EMPIRE CHERIFIEN

MINISTERE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION DE LA PRODUCTION AGRICOLE
SOUS-DIRECTION DES SERVICES AGRICOLES

Les Cahiers de la Recherche Agronomique

8

SERVICE DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
ET DE L'EXPERIMENTATION AGRICOLE
99, Avenue de Témara
RABAT - 1957

ETUDES EFFECTUEES SUR LA VEGETATION ET LE SOL DES MERJA COTIERES DU RHARB

I. - CONCEPTION ET ORGANISATION DES ETUDES

par

Georges GRILLOT

Membre Correspondant de l'Académie d'Agriculture de France

Chef du Service de la Recherche Agronomique

Directeur du Centre de Recherches Agronomiques de Rabat

G. GRILLOT

I. - Conception et organisation des études

On sait qu'une œuvre très importante d'assainissement de la plaine du Rharb a été entreprise et qu'elle a comporté en particulier l'assèchement des merjas (1) dites « côtières » c'est-à-dire des marais situés à proximité de l'Océan (à 2 à 3 kilomètres), au sud de la merja Zerga et du passage du Nador. Il s'agit, en allant du Nord au Sud, de la merja Daoura qui occupe 4.700 hectares, et de la merja Si Mohamed ben Mansour, de 3.360 hectares, dans lesquelles venaient se déverser en hiver les eaux de divers oueds, et en particulier de l'oued Mda et du Segmet. Ces merjas s'étendent du nord au sud sur 35 kilomètres de longueur, et leur largeur varie de 1 à 3 kilomètres.

Leur asséchement avait pour objet de contribuer à l'assainissement du Rharb, mais il permettra en outre d'exploiter les 8.000 hectares exondés.

Toutefois, il est apparu, dès l'abord, désirable d'étudier les sols exondés avant de les livrer à l'exploitation agricole afin d'éviter que cette exploitation puisse en fait aboutir à une détérioration telle du sol que cette exploitation devienne, après quelques années, déficitaire ou même impossible.

En effet, ces sols argilo-calcaires récemment asséchés, salés, extrêmement poreux, même spongieux, capables, à l'origine, de retenir 4 à 5 fois leur poids d'eau, étaient appelés, du fait même de leur mise à sec, à subir un tassement, une évolution de leur structure qu'on pouvait et qu'on peut toujours craindre défavorable à leur exploitation agricole ultérieure si, par l'emploi de techniques agricoles inadéquates, l'homme vient, soit à orienter cette évolution dans un sens fâcheux, soit à aggraver les conséquences, fâcheuses pour l'agriculture, de leur évolution naturelle qu'il faut au contraire s'efforcer de diriger favorablement ou, tout au moins, de façon que la structure de ces sols, après leur asséchement, reste compatible avec leur mise en valeur.

Certes, des marais récemment asséchés peuvent, dans certains cas, donner tout de suite d'excellentes récoltes, avec certaines espèces tout au moins, en fonction des réserves de matière organique et d'éléments nutritifs existant dans ces sols encore jamais cultivés. Mais le véritable problème n'est pas immédiat ; il concerne la suite des temps. Quelques excellentes récoltes obtenues immédiatement après la mise à sec des marais ne sauraient compenser la stérilisation ultérieure partielle ou totale de ces terres du fait de la détérioration de leur structure, provoquée ou aggravée par l'agriculteur lui-même.

(1) Merjas : marais souvent asséchés pendant l'été.

Le problème essentiel à bien résoudre pour assurer la mise en valeur durable de ces terres est donc avant tout d'obtenir une bonne structure des sols et de la conserver. C'est malheureusement un problème qui a été, en général, fort peu étudié jusqu'à ces dernières années. Pourtant, il existe et il est grave. Les agriculteurs du Rharb peuvent en mesurer l'importance d'après l'état actuel des sols de la merja Merktane, asséchés voici quelque trente ans, et d'après les récoles souvent décevantes qu'on en tire à présent.

C'est donc pour éviter des mécomptes graves dans l'avenir que les merjas côtières asséchées ont été mises en défens, afin justement d'éviter dès l'abord la détérioration rapide et irrémédiable des sols et de laisser au contraire aux éléments naturels et à la végétation spontanée le temps de « faire » de ces terres exondées de véritables sols

Mais en même temps fut commencée l'étude méthodique de ces terres.

Dès septembre 1945, en effet, c'est-à-dire aussitôt après la vidange des merjas, M. Georges Bryssine entamait une première prospection qui fit l'objet d'un premier compte rendu en mai 1946. Puis les résultats d'une nouvelle prospection faite en 1949 furent exposés par M. Georges Bryssine en 1950, à la Section de Pédologie de la Société des Sciences Naturelles du Maroc sous le titre « Note sur les merjas côtières du Rharb ».

Des études concernant l'état physique des sols de ces merjas furent entamées en 1950, toujours par M. Bryssine, mais en liaison avec M. Perrin de Brichambaut, botaniste au Centre de Recherches Agronomiques, qui avait été chargé d'étudier la flore des merjas, dans le cadre des études phytosociologiques du Maroc dirigées par M. le Professeur Emberger, de la Faculté de Montpellier. On trouvera plus loin l'étude de M. Perrin de Brichambaut dont les conclusions sont intéressantes pour les agriculteurs.

Toutefois, notre rôle ne pouvait se limiter à la simple observation de l'évolution de la végétation et des sols, parce que nous eussions ainsi risqué de n'obtenir que beaucoup trop tard les enseignements désirables, c'est-à-dire au moment où la structure de ces sols serait déjà devenue défectueuse et difficile à corriger. C'est pourquoi nous ne nous sommes pas borné à faire exécuter des prospections pédologiques et botaniques, indispensables cependant pour fournir rationnellement les éléments de base nécessaires à toute expérimentation à tenter en vue de résoudre au mieux, ou au moins mal, le problème de l'évolution des sols asséchés, y compris le corollaire de leur dessalement.

Pour pouvoir effectuer des études expérimentales, nous avons demandé puis obtenu la possibilité de disposer de deux terrains, l'un de 300 m X 150 m, soit 4 ha 5, situé à l'ouest du canal et contre ce canal dans la merja Daoura, asséchée la première, l'autre plus petit, de deux hectares seulement, dans la merja Si Mohamed, d'assèchement moins avancé, ce dernier terrain n'étant destiné qu'à l'étude de l'évolution des sols non travaillés et aussi de la flore et des variations de sa composition en liaison avec l'évolution des sols au cours de l'assèchement progressif, cependant que le premier terrain, plus grand, allait être véritablement consacré à l'expérimentation, à partir dl 1951.

Pour réaliser cette expérimentation, ce terrain, rectangulaire contigu au canal par sa petite dimension, a été partagé en trois bandes

perpendiculaires au canal, mesurant chacune par conséquent 300 m x 50 m., soit 1 ha 5. (voir plan page 85).

La première de ces bandes a été volontairement abandonnée, sans aucun travail, et livrée à l'envahissement de la végétation naturelle, présumée, d'après les auteurs, favorable à l'établissement d'une bonne structure physique des sols.

La seconde bande a été ensemencée ou complantée avec des espèces fourragères, des graminées notamment, dans l'espoir qu'une telle végétation conduirait en ce qui concerne la structure ultérieure des sols, à un résultat au moins aussi bon que dans la parcelle abandonnée à la végétation naturelle, tout en permettant de tirer, des terres ainsi enherbées, un parti plus économique.

On a placé côte à côte, dans cette seconde bande, plusieurs espèces fourragères pour essayer de reconnaitre celles dont l'utilisation conviendrait le mieux au but recherché.

Enfin la troisième bande a été mise en culture, suivant un assolement sexennal : fève, orge, lin, bersim, cotonnier (remplacé ensuite par du ricin), maïs.

Cette bande a été subdivisée de façon à étudier l'effet des cultures couvrantes et celui des cultures à grand espacement, l'action des différentes méthodes de culture, c'est-à-dire des labours avec ou sans retournement du sol, et aussi l'action des engrais. Mais je rappelle qu'il s'agissait surtout d'étudier l'effet de la culture et de ses modalités sur le sol lui-même, plutôt que sur les récoltes.

Ce sont les résultats de ces études qui après le travail de M. Perrin de Brichambaut, exposés dans les pages qui suivent aussi succintement que possible, par M. Georges Bryssine en ce qui concerne l'étude des sols, par M. Foury, au sujet de la végétation naturelle et des plantes fourragères, et enfin par M. Hutter à propos des essais culturaux.

Comme il s'agit là d'études simultanées et conjointes, il est bien difficile de distinguer quel doit être l'ordre chronologique de ces exposés.

Il semble rationnel cependant que celui de M. G. Bryssine vienne en dernier lieu, puisque, je le rappelle encore, c'est pour étudier et si possible résoudre le problème de l'heureuse évolution des sols exondés que tous ces travaux ont été entrepris et poursuivis.

Outre les indications et enseignements à attendre de ces travaux pour la mise en valeur du sol des merjas côtières, on peut espérer que ces enseignements auront aussi leur utilité pour la mise en valeur raisonnée, et raisonnable, des autres marais du Rharb en cours d'assainissement et d'asséchement, bien que les milieux écologiques soient différents.

Malheureusement, toutes les études qui se rapportent aux sols sont difficiles à conduire, et leurs résultats difficiles à interpréter, car le sol constitue un milieu fort complexe, pratiquement caché et d'accès malaisé.

C'est pourquoi il faut s'efforcer de cerner les problèmes qui le concernent en les attaquant simultanément sous leurs divers aspects. C'est ce que, dans la limite des moyens que notre Service pouvait y consacrer, nous nous sommes efforcés de faire à propos des merjas côtières. Ceux qui, à mes côtés, ont contribué à ces études sont notamment :

M. Georges Bryssine, pédologue, assisté au début par M. Jaminet qui nous a quitté en 1952, sans oublier Mlle Thomann, chimiste, et ses collaborateurs, en particulier M. Léon.

M. A. Foury qui, dans les Stations expérimentales, s'est occupé de la végétation naturelle et des plantes fourragères, et M. G. Perrin de Brichambaut, à présent détaché à la FAO et qui a étudié la végétation des merjas.

M. Hutter, agronome, assisté tout d'abord sur le terrain d'expérimentation par M. Mohamed Sbiti, puis par M. Piezepiorka.

Il convient ici de rappeler que, à l'exception du travail de M. Perrin de Brichambaut, les études qui sont publiées dans le présent cahier ont en mars 1956 été communiquées à la Société des Agriculteurs du Maroc (1). Celles de MM. Foury et Hutter, ainsi que les miennes, n'ont eu à subir depuis lors, pratiquement aucune modification, sinon parfois de style. Par contre, l'étude de M. Georges Bryssine a fait, à la lumière d'observations plus récentes, et compte tenu du caractère scientifique des Cahiers de la Recherche Agronomique, l'objet d'une importante mise au point qui a provoqué un remaniement profond du texte et une modification de sa présentation.

Enfin, et avant de terminer cet exposé général, je voudrais signaler que la dessiccation progressive des sols exondés, et leur évolution même, ont été troublées en 1954-55, puis de nouveau en 1955-56, par les inondations qui ont provoqué chaque fois la remise en eau pour plusieurs semaines des merjas, y compris nos terrains d'étude et d'expérimentation.

(1) Etudes expérimentales effectuées sur les sols des merjas côtières du Rharb, par le Service de la Recherche Agronomique. *Bulletin de la Société des Agriculteurs du Maroc* - n° 70 - Mars 1956.

II. - ETUDE de la VEGETATION des MERJAS du RHARB, 1ère partie

Aperçu sur la végétation des merjas côtières (Rive droite du Sebou, Rharb ouest)

par

Guy PERRIN de BRICHAMBAUT

Ingénieur principal des Services Agricoles à la Station Centrale d'Etudes et d'Amélioration des plantes du Centre de Recherches Agronomiques de Rabat.

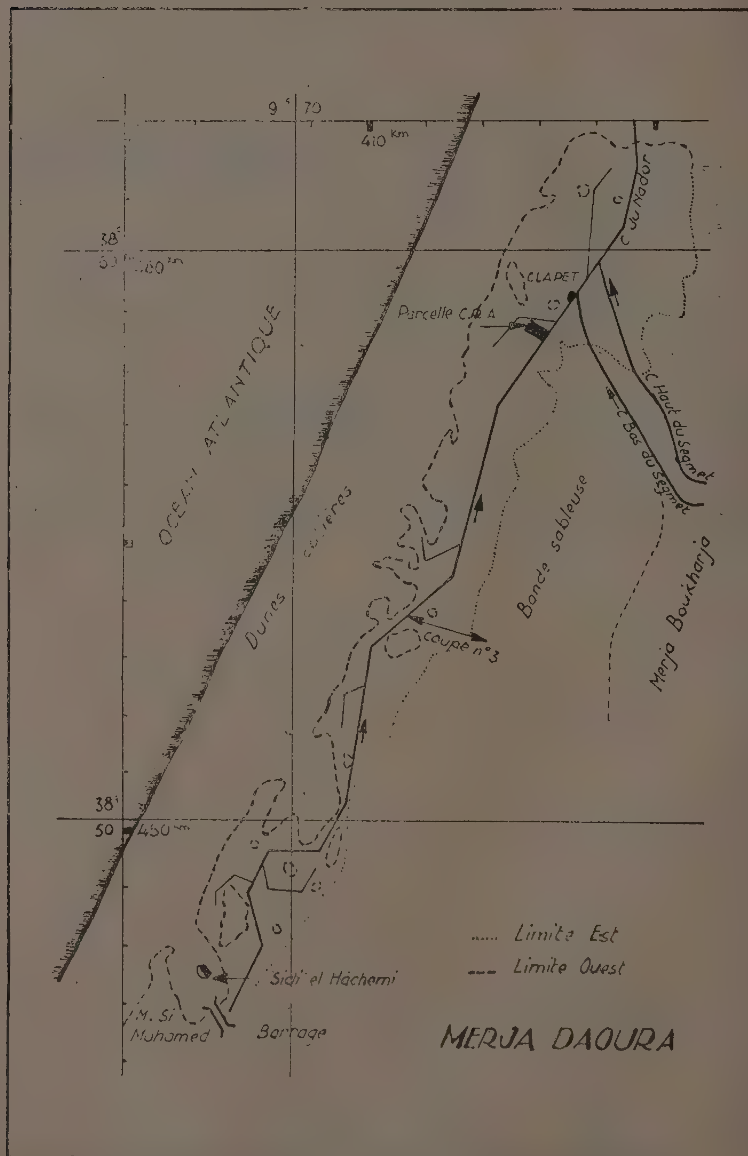
AVANT - PROPOS

Dans le cadre des études entreprises par le Service de la Recherche Agronomique du Maroc et le Service de la Carte de la Végétation du Maroc sous la direction de M. le Professeur EMBERGER, cette étude, qui est la première partie d'un travail sur la végétation du Rharb, a été réalisée entre 1951 et 1955.

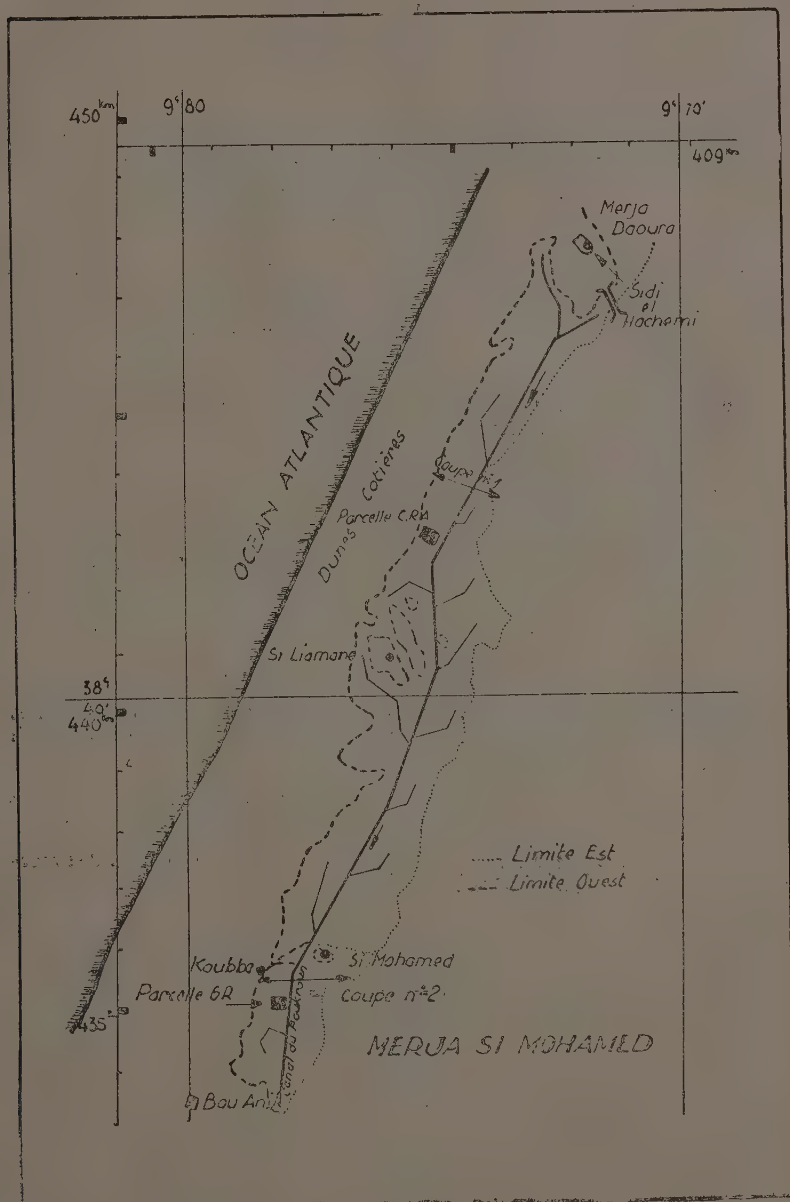
Une première version a été soumise à MM. les Professeurs EMBERGER, Directeur de l'Institut Botanique de l'Université de Montpellier et SAUVAGE, Chef du Laboratoire de Phanérogamie à l'Institut Scientifique Chérifien. Ceux-ci ont bien voulu, malgré leurs nombreuses occupations, lire et annoter ce travail.

Dans cette deuxième version nous avons tenu compte de toutes leurs remarques et expériences et espérons être plus compréhensible. Que M. le Professeur EMBERGER et notre ami Charles SAUVAGE trouvent ici toute notre reconnaissance et nos remerciements.

M. GRILLOT, Chef du Service de la Recherche Agronomique à Rabat m'a autorisé et encouragé à poursuivre ce travail pendant quatre ans. Qu'il en soit bien sincèrement remercié.



9°
70
410 Km
38°
60 Km
OCEAN ATLANTIQUE
Dunes côtières
C du Nador
CLAPET
Parcelle C.R.A
C Haut du Segmet
C Bas du Segmet
Bande sableuse
Coupe n°3
Merja Boukharja
38°
50
450 Km
Sidi el Hachemi
M. Si Mohamed
Barrage
Limite Est
Limite Ouest
MERJA DAOURA



450km
9°80
9°70'
409km
Merja Daoura
Sidi el Hachemi
OCEAN ATLANTIQUE
Dunes Cotières
Coupe n°1
Parcelle C.R.A
Si Liamane
38°
40'
440km
Limite Est
Limite Ouest
Koubba
Si Mohamed
Parcelle 6R
Coupe n°2
Canal du Boukroun
435
MERJA SI MOHAMED
Bou Anik

PLAN DE L'ETUDE

Guy PERRIN de BRICHAMBAUT

Aperçu sur la végétation des merjas côtières du Rharb

(Rive droite du Sebou, Rharb ouest)

Le programme d'assainissement du Rharb a été décomposé en deux parties : assèchement de la rive droite du Sebou, puis assèchement de la rive gauche. Les inondations de la rive droite du Sebou ont principalement pour cause des débordements des oueds venant du Rif et du Prérif (oued Mda et oued Mader), alors que la rive gauche du Sebou est envahie par les débordements ou les épandages des oueds Sebou, Beth, Tihili, Rdom et Hamma. Les deux systèmes de drainage devaient donc être séparés. Le réseau d'assainissement de la rive gauche, commencé avant la guerre, est en pleine réalisation et celui de la rive droite est maintenant presque achevé ; les merjas Boukarja, Merktane, Karia Daouia et les merjas côtières étant asséchées. De cet ensemble assaini se détachent les merjas côtières dont la formation est tout à fait différente des grandes superficies inondées du Centre du Rharb. Ce sont elles qui font l'objet de cette étude.

Il est indispensable de rappeler les grands traits géographiques et topographiques, phytogéographiques et historiques, de ces merjas côtières et de leurs environs, afin de pouvoir ensuite mieux comprendre la végétation qui s'est installée et ses variations au cours de quatre années d'observations (1).

CHAPITRE I - *Généralités*

Géographie descriptive des merjas

Les merjas côtières forment une longue bande orientée SSW - NNE parallèle à la côte et distante de 2 à 3 km de l'Océan Atlantique dont elles sont séparées par une dune consolidée, haute de 30 à 50 mètres. Elles sont limitées à l'ouest par cette dune, au nord par les collines du Sefiane, à l'est par une bande sableuse d'origine dunaire large de 6 à 8 km et de faible altitude (10 à 20 mètres) dans laquelle se sont individualisées de nombreuses dayas, au sud par un seuil sableux ou limoneux plus ou moins élevé qui permet parfais l'arrivée des eaux de crue de l'oued Sebou. La longueur totale de ces merjas est de 35 km et la largeur varie de 1 à 3 km, ce qui donne une superficie d'environ 8500 hectares. Les coordonnées sur la carte au 1/50000 sont : 401, 5 x 433.5 pour la limite sud de la merja Si Mohamed et 414 x 462 pour la limite

(1) Les caractéristiques climatologiques et géologiques de la région m'ont été fournis par M. G. BRYSSINE.

nord de la merja Daoura. Il y a deux merjas côtières au nord de la merja Daoura et au sud la merja Si Mohamed ben Mansour, du nom d'un célèbre marabout dont la Koubba se trouve au sud de la merja. Certains désignent ces deux merjas sous le nom de merja Si Mohamed ; nous ne retiendrons pas cette dénomination, car la végétation, est très différente au nord et au sud du barrage Sidi El-Hachemi (407,5 x 447,5) qui les sépare.

La position géographique des merjas explique leur formation : les eaux de débordement des oueds Mda et Mader venant du nord-est, après avoir recouvert les merjas Boukarja et autres, butaient contre la large bande sableuse qui les séparait des merjas côtières. Mais cette bande présentant une zone plus basse dans sa partie nord, les eaux se sont créé un chenal à la cote, 4 mètres environ, qui fut appelé le Segmet. Primitivement ce n'était qu'un chenal sinueux de 3 km de long permettant aux eaux d'inondation, quand elles étaient suffisamment hautes, de se déverser dans la merja Daoura sans que le phénomène inverse soit possible : la côte des merjas côtières étant de 2 à 3 mètres, les eaux restaient alors emprisonnées quelquefois plusieurs années avant de disparaître partiellement par suite de l'évaporation ou du drainage naturel. M. J. MONZIES, pendant la saison des pluies, ne pouvait se rendre dans la ferme de Koudiat-Sba que par les sables, c'est-à-dire par la piste côtière et a ainsi observé que de 1934 à 1937 la merja fut presque complètement submergée avec de faibles variations de niveau ; en grande partie asséchée en 1937 elle ne se remplit qu'en 1939. En plus des eaux d'inondations, les merjas côtières drainent un vaste versant au nord, au sud et à l'est qui contribue à leur alimentation. D'autre part, la partie sud qui n'était ravitaillée qu'en fin de crue en raison de sa position, recevait quelquefois par l'intermédiaire d'une chaîne de petites merjas les eaux de crues du Sebou, sans pouvoir d'ailleurs les lui renvoyer, les rives du Sebou dépassant souvent la cote 10 (1).

La topographie générale des merjas est assez caractéristique. Au centre, la ligne des points bas, orientée NNE-SSW, est à environ 2 m au-dessus du niveau de la mer et il n'y a pratiquement pas de pente longitudinale, le seul principe des vases communicants règle la répartition des eaux. Les pentes des rives est et ouest sont très différentes. A l'est, la zone sableuse qui limite la merja a une faible pente et il faut quelquefois parcourir 1,5 km pour aller de la cote la plus basse, 2 mètres, à la cote 5 m alors que 200 mètres suffisent pour faire ce par-parcours sur la rive ouest. Dans les zones où la merja est la plus large, il y a 12 km pour passer de la cote 3 m à la cote 3,50 m sur la rive est, alors que sur la rive ouest ce passage se fait en 10 mètres. Les deux courbes du niveau de 3 mètres à l'est et à l'ouest sont parfois distantes de 3,5 km. On comprendra ainsi l'importance de la microtopographie pour les associations végétales qui ont recouvert ces merjas. Ce sera le facteur dominant car il conditionnera la répartition de l'eau et par conséquent la formation des sols.

(1) Cette formation des merjas côtières est très différente de celle des merjas centrales qui se sont crées par alluvionnement dans une vaste plaine où l'eau suivait une pente faible. Les dépôts argileux et sableux ainsi que la présence des sols dans les merjas centrales ont crée des conditions écologiques très différentes de celles existant dans les dépressions allongées et sablonneuses qui forment les merjas côtières.

Végétation actuelle des alentours.

La végétation actuelle qui entoure les merjas est typiquement une végétation des sables. A l'ouest de la merja Si Mohamed une bande littorale directement en contact avec la dune vive est recouverte par la formation à *Juniperus phoenicea* qui donne par dégradation, sur le versant est de la dune consolidée une formation à *Lentisque, Phillyrea,* etc... Entre cette deuxième formation et la merja un groupement dont la physionomie est dominée par *Thymelae lythroides* et *Asphodelus microcarpus* couvre le sol. Ce groupement a complètement disparu sur de grandes étendues par suite de la culture.

A l'ouest de la merja Daoura on ne trouve aucune espèce ligneuse sur la dune consolidée. Les *Genévriers, Lentisques* et *Phillyrea* ont disparu à la hauteur de Sidi el Hachemi probablement à cause de l'étroitesse de la dune et des sables mobiles. Une population de Doum (*Chamaerops humilis*) recouvre le versant est de la dune.

Les collines immédiatement au nord de la merja Daoura sont recouvertes d'une forêt de chêne-liège plus ou moins dégradée. La bande sableuse de plusieurs kilomètres de large qui forme la limite est des merjas côtières a été recouverte de la formation à *Quercus Suber*. Il nous a d'ailleurs été possible de trouver des pieds de poiriers de la Mamora (*Pirus mamorensis*) qui accompagnent très généralement le chêne-liège en forêt de la Mamora. Actuellement cette dune est cultivée ou surpâturée, et la végétation est celle des jachères ou à base de *Thymelae lythroides.*

Les jachères sont envahies de *Rumex bucephalophorus, Vulpia Alopecuros, Astragalus hamosus, Malcolmia,* etc...

Les ilots qui apparaissent au centre de la merja sont généralement des affleurements de grès dont par déflation le sable superficiel a disparu sur la face ouest. Une végétation semblable à celle des jachères sur sables se localise dans les creux du grès ou sur les faces est et nord. Ces associations des sables, résultant de la dégradation de la forêt de chêne-liège, sont actuellement étudiées par M. Ch. SAUVAGE, Chef du laboratoire de phanérogamie à l'Institut scientifique chérifien.

On pourrait être tenté de rapprocher la végétation des merjas côtières de celle des merjas centrales du Rharb. Il y a évidemment un certain nombre d'espèces communes, mais les espèces aquatiques et semi-aquatiques sont beaucoup moins nombreuses dans les merjas côtières. Si l'on trouve assez répandus dans ces dernières *Scirpus maritimus* et *Phragmites communis,* il n'y existe que quelques pieds de massettes (*Thypha latifolia*), de Scirpes (*Scirpus lacustris*) et pas du tout de salicaire (*Lythrum Salicaria*) ni de *Sparganium ramosum* qui sont toutes des espèces tres communes dans les merjas centrales du Rharb. Les *Juncus, Oryza, Festuca,* etc... sont très rares ou absents et les espèces aquatiques sont peu variées (seulement des characées et des algues vertes) alors que l'on trouve, en plus de ces espèces les *Potamogeton, Zanichellia, Utricularia,* dans les zones submergées de la rive gauche du Sebou et dans le nord du Rharb. Ces observations concordent curieusement avec l'origine et le régime des merjas côtières, très différents de ceux des autres merjas du Rharb.

Historique de l'asséchement

La situation devant laquelle se trouvèrent les ingénieurs des Travaux Publics, quand il leur fut demandé d'effectuer l'asséchement de la rive droite du Sebou, était donc la suivante : ils devaient évacuer les eaux excédentaires de la merja et en même temps empêcher l'arrivée de nouvelles crues et par conséquent trouver un exutoire pour les oueds Mda et Mader. Plusieurs solutions furent envisagées, tunnel dans la dune côtière permettant de renvoyer directement l'eau à la mer, renvoi des eaux dans le Sebou, renvoi des eaux dans la merja Zerga qui est en relation avec la mer par le goulet de Moulay-Bou-Selham. C'est cette dernière solution qui fut retenue et le canal du Nador fut mis en chantier avant la guerre, mais avec des intentions plus restreintes : il devait évacuer les eaux excédentaires des oueds et ramener le niveau de la merja Daoura à 3 m environ sans faire son assèchement. Puis dès 1947, tous ces travaux furent repris et terminés en 1951 ; deux canaux à niveaux différents évacuent les eaux de crues du Segmet et des merjas, et un canal principal draine toute la merja Daoura et se raccroche au système précédent par un ouvrage à clapet ; les trois canaux se rejoignent ensuite pour former le canal du Nador qui, traversant les collines, se jette dans la merja Zerga. Le canal principal de la Daoura, étant donné la faible pente nord-sud des merjas, ne pouvait drainer en même temps les merjas Si Mohamed et Daoura. Une digue a donc été construite à Sidi-El-Hachemi, pour séparer les eaux des deux merjas : au nord les eaux étaient drainées par le canal de la Daoura vers la merja Zerga et au sud par le prolongement du canal du Foukroun (exécuté avant la guerre), vers l'oued Sebou. Le drainage de la Daoura fut immédiat et presque complet, la nappe phréatique se maintenant en général au-dessous de 1 m. Ainsi plus de 5.000 hectares furent mis à sec et leur envahissement par la végétation fut très intéressant à observer.

Malheureusement le drainage de la merja Si Mohamed fut moins bien réalisé : pour rejeter au Sebou les eaux de la merja Si Mohamed, le canal du Foukroun avait une tête morte de plus de 10 km et devait en plus drainer environ 15 km de merja. La très faible déclivité ne permit jamais un débit suffisant du canal qui par ailleurs, sur une grande longueur à sa tête ne dépassait pas 50 cm de profondeur. Jusqu'à l'année 1954, seul un drainage des eaux superficielles à la fin du printemps et en été, avait été réalisé. La nappe phréatique se maintenait à 30 ou 40 cm de la surface, empêchant la végétation terrestre de s'installer au centre de la merja. L'approfondissement du canal de drainage et la création d'une station de pompage, vont permettre à la fin de cette année (1954) un asséchement complet de la merja.

CHAPITRE II. - *Facteurs écologiques ayant déterminé la répartition des groupements végétaux dans les merjas.*

Comme nous le verrons par la suite, il y a des groupements végétaux très différents au centre et sur les rives de la merja. Il est donc important détudier les divers facteurs écologiques qui ont influencé cette répartition des espèces et des groupements végétaux.

Climat.

D'une manière générale, on peut dire que le macroclimat est semblable tout le long des merjas côtières. En effet, elles sont disposées

parallèlement à la côte à 2 ou 3 km de l'Océan. La température, l'altitude, l'insolation restent les mêmes dans toute cette zone avec quelques petites variations. La pluviométrie et sa répartition sont presque identiques. Toutefois, il tombe peut-être un peu plus de pluie dans la partie nord. La courbe des 6°, température moyenne minima du mois le plus froid (janvier), est parallèle à la côte et passe à l'est des merjas, de même que la courbe de 31°, température moyenne maxima du mois le plus chaud (juillet). L'absence complète de strate arbustive ou arborescente permet une grande homogénéité d'insolation, les pentes étant très faibles ; il n'y a donc pas de mésoclimat et seuls des groupements *héliophiles* se sont installés sur les merjas. L'altitude est rigoureusement semblable et s'étage de 2,50 m a 6 m au-dessus du niveau de la mer pour la zone occupée ou influencée par la merja. L'hygrométrie est de 60 à 90 % en moyenne. Les brouillards matinaux sont fréquents et en partitulier à l'automne et au printemps, les vents sont réguliers venant de l'ouest et du nord-ouest.

On peut donc affirmer que les conditions climatiques sont très sensiblement identiques tout le long de ces merjas et que, par suite, ce n'est pas le climat qui a pu diversifier les types de végétation qui se sont établis.

Sol et eau.

Le principal facteur qui a entraîné la différenciation des populations végétales qui se sont installées sur les merjas et leurs rives, est le sol. *La formation du sol a été sous l'entière dépendance de la répartition de l'eau, facteur qui était lui-même conditionné par le microrelief.* On ne peut donc étudier dans le présent les sols, sans faire appel aux observations antérieures portant sur le niveau des eaux de la merja avant son asséchement. La variation de ce niveau a créé une zonation autour de la partie centrale. On retrouve actuellement une série de ceintures de sols auxquels correspondent de toute évidence les ceintures végétales. La zone submergée des merjas côtières n'était pas régulièrement la même, mais étant donné l'horizontalité du fond, on peut dire que lorsqu'il y avait exondation, ce qui arrivait dans certains endroits environ une année tous les sept ans, la zone centrale des merjas était exondée partout à la fois. D'autre part, cet asséchement n'était jamais suffisamment complet ni suffisamment long pour qu'un sol commence à se former à partir des vases : la présence d'une nappe phréatique très proche de la surface empêchait cette transformation. Evidemment un asséchement naturel plus ou moins complet pouvait se faire suivant les endroits. Par exemple la zone nord de la merja Si Mohamed, profonde, peu large et ravitaillée par les eaux de ruissellement en même temps que par celles de l'Oued Segmet, était beaucoup plus longue à sécher que la partie nord de la Daoura qui était très large, moins profonde et submergée seulement par les eaux venant du Segmet. La différence de régime des merjas a entraîné une différence dans la formation des vases et par la suite des sols qui se forment à partir d'elles. De plus, l'asséchement après les travaux de drainage n'a pas été aussi rapide et efficace sur toute la surface des merjas, ce qui a accentué ou créé une nouvelle différence dans la formation des sols.

A côté des sols en cours de formation de la zone centrale des merjas, il y a les sols des rives qui sont beaucoup plus évolués. Ces sols

qui se sont formés dans d'excellentes conditions d'humidité au cours de l'été, ont une forte teneur en argile. Ce sont, soit des terres noires et argileuses qui forment une large ceinture sur la rive est, soit les sables noirs beaucoup plus humifères que les sables calcaires qui forment le contour extérieur autour des merjas. Les ceintures de terres noires et de sables gris se retrouvent autour de tous les îlots rocheux suffisamment élevés ; quand le relief est insuffisant, on peut assister à la transformation du sol en sables noirs sur toute la surface exondée.

Il y a une exception à cette répartition des sols ; c'est l'ancienne zone de débordement du Segmet dans lequel les sols lourds n'étaient pas suffisamment en contact avec l'eau de la merja (ce n'était qu'une zone de passage), donc pas assez humide, pour qu'une végétation printanière et estivale s'installe.

Il est indispensable d'insister sur le fait que dans la partie centrale des merjas côtières, il ne pourra y avoir de réelles associations végétales que lorsque le sol aura trouvé son équilibre avec le nouveau milieu créé par l'assèchement, ce qui ne se produira que lorsque le drainage sera régulier. Les ceintures riveraines ne semblent pas avoir été touchées par cette exondation et les associations végétales s'y maintiennent et progressent.

L'influence de l'homme a donc été déterminante pour créer ce nouveau milieu, mais elle est complétée par celle des animaux domestiques. Ceux-ci pâturent avec avidité les ceintures de végétation et piétinent le sol ou les vases très humides du centre de la merja. Ce malaxage est très nuisible à la bonne formation des sols et empêche l'envahissement par les espèces vivaces.

CHAPITRE III. - *Etude de la végétation du centre de la merja Daoura*

Au cours du mois de mai 1951, époque où fut terminé le canal de drainage de la merja Daoura, il y eut une très grosse crue de l'oued Segmet qui s'est étalé dans la merja Daoura passant par l'ouvrage à clapet non encore terminé. Cette inondation peut être le point de départ de nos observations, car auparavant aucune espèce terrestre ne s'était encore réellement installée au centre de la merja. En juin 1951, la merja était complètement asséchée, les canaux ayant très bien joué leur rôle après la crue, et l'on ne contemplait sur toute l'étendue des vases que les restes desséchés des characées et algues vertes. (Figure 3).

Les mois suivants par places s'installèrent de très denses populations de *Chenopodium rubrum* espèce qui jusqu'ici était signalée comme rare au Maroc et quelques touffes de graminées vivaces (Figure 4). Il y eut d'ailleurs des germinations successives de *Chenopodium*, et dans le nord de la merja il s'étendit au cours de l'été en entourant quelques îlots de *Phragmites communis*.

Dans la partie sud (au sud de 409 x 451), c'était au contraire le « diss » (1) (*Scirpus maritimus*) en mélange avec quelques *Rumex*

(1) Le Diss est généralement le nom vernaculaire de *l'Ampelodesma mauritanicum*, graminée connue au Maroc dans le Rif. Mais les cultivateurs et éleveurs marocains de la plaine du Rharb appliquent ce nom « *Scirpus maritimus* ».



Figure 3 (Photo CRA)
Nord de la merja Daoura après exondation (1951)



Figure 4 (Photo CRA)
Mise en défens dans merja Daoura en 1ère année (fin 1951)

paluster qui peuplait les vases. Par places ce groupement était fortement envahi avec du *Polypogon monspeliensis* et diverses espèces riveraines éparpillées sur les surfaces plus ou moins dénudées. Le *Scirpus maritimus* pouvait atteindre 0,50 m de hauteur sur de vastes surfaces où il recouvrait complètement le sol et n'était mélangé qu'à quelques pieds de *Chenopodium rubrum* et de rares exemplaires de *Rumex paluster* et de *Polypogon monspeliensis*. Partout où il existait précédemment, le diss s'est développé la première année de l'assèchement, et tout en ne s'étendant pas beaucoup, il a donné sa physionomie transitoire à une grande partie de la merja Daoura sud.

— En 1952, bien que la merja Daoura soit restée exondée tout l'hiver, l'envahissement par la végétation terrestre n'a commencé à être importante qu'à partir du mois d'avril 1952. En effet, au mois de mars 1952 la couverture du *Chenopodium rubrum* était tombée à 30 % dans les anciennes zones à *Chenopodium* où la couverture de débris secs était de 100 % ; on pouvait aussi trouver quelques jeunes pieds de *Rumex paluster* et un ou très peu d'exemplaires de nombreuses espèces riveraines, telles que *Lolium multiflorum, Herniaria lenticulata, Cerastium pumilum, Anacyclus clavatus, Urtica urens,* etc... Des touges de graminées vivaces commençaient à s'installer, même dans les parties éloignées des rives à partir des rhizomes qui avaient probablement été déposés par les eaux. Ces graminées auraient recouvert certainement une grande partie de la merja nord-ouest, si *Rumex paluster*, qui commençait à germer en mars 1952, n'avait brusquement pris un développement étonnant : en juin 1952 les jeunes pieds atteignaient 1,50 m, couvrant 80 % à 100 % du sol.

A la fin de 1952 la végétation se présentait comme suit :

— La zone nord-ouest (rive ouest du canal) était recouverte d'une population de *Rumex paluster* et de *Polypogon monspeliensis* (figure 5), dont la couverture variait de 80 à 100 %. Les espèces diverses qui se mélangeaient à cette population, soit par pieds isolés, soit par petites colonies, étaient les suivantes : *Thrincia tuberosa, Plantago Coronopus* (vivace), *Pulicaria arabica, Ormenis mixta, Panicum repens, Agrostis alba, Cynodon Dactylon* avec quelques *Senecio vulgaris, Sonchus oleraceus, Ammi majus, Ammi Visnaga*. Il y avait deux strates assez nettes, les *Rumex* au-dessus et les *Polypogon* en tapis au-dessous.

— La zone nord-est (rive est des canaux Daoura et Nador) était couverte de 5 à 10 % par les mêmes espèces que celles qui couvraient la zone ouest, mais beaucoup moins abondantes et sans graminées vivaces. Il y avait environ un pied de *Rumex* par m2. Cette différence entre la végétation des deux rives nord du canal semble difficile à expliquer, le canal ayant été tracé suivant les besoins du drainage et non pas suivant une ligne de partage des eaux ou des terres. Il semble que le creusement du canal qui a brutalement abaissé la nappe phréatique de 0 à 1 m a entraîné une transformation inégale dans les conditions écologiques des deux rives.

Les zones sud de la merja Daoura se présentaient très différemment par suite d'un assèchement plus lent, alors insuffisant. La végétation restait comme en 1951 à base de *Scirpus maritimus* et *Polypogon monspeliensis*, qui commençaient à être envahi par *Plantago Coronopus*

venant des rives et des espèces annuelles très dispersées. La couverture variait de 50 à 90 % suivant les endroits, car certaines plages étaient dénudées et encore recouvertes par l'eau.

En 1953 l'aspect de la vegetation reste le même sur la rive nord-ouest de la merja Daoura : *Rumex paluster* avait pris un développement encore plus grand, et ses inflorescences dépassaient 2 mètres en juillet. *Erigeron bonariensis* et *Ammi majus* commençaient à se multiplier avec quelques autres espèces, réparties ça et là sur un tapis de petits *Polypogon* dominés par les *Rumex*. Mais le nombre des espèces diverses était plus faible et il semblait y avoir simplification du groupement végétal. Evidemment cette végétation variait quand on se rapprochait des rives et s'enrichissait en *Ammi majus, Scolymus maculatus, Ammi Visnaga,* tous localisés et à forte sociabilité, mais en aucun cas ces espèces ne couvraient d'importantes surfaces.

Sur la rive nord-est la couverture atteignait environ 70 % avec les espèces qui existaient précédemment et une plus grande proportion de *Rumex paluster,* mais cette couverture n'était pas encore totale.

Dans la moitié sud de la merja, nous n'avons pas fait un nombre suffisant d'observations pour avoir une idée précise de son évolution en 1953. Le *Scirpus maritimus* avait un faible développement végétatif et il y eut un fort envahissement à partir des espèces riveraines. On peut admettre que la végétation était intermédiaire entre celle de 1952 et celle de 1954 qui sera abondamment décrite plus loin. Les golfes au sud-ouest, mal drainés, restaient recouverts d'eau l'hiver.

L'année 1954 marque une étape pour l'étude de la merja Daoura : c'est la première fois que celle-ci est complètement couverte par une végétation terrestre, dépassant souvent 2 mètres de haut. L'analyse de cette couverture a donc été beaucoup plus poussée que les autres années et nous pouvons établir une répartition assez précise des différents groupements végétaux qui ont pris possession de ces terres pratiquement nues en 1950. L'étude de cette végétation est importante pour continuer à suivre son évolution. Les espèces qui se sont maintenant installées subsisteront-elles ? Lesquelles seront eliminées ? Quand disparaîtront-elles ?

Certaines prévisions que nous avions faites en 1951 ne se sont confirmées qu'en 1954 avec trois ans de retard ; il nous est donc difficile de faire de nouveaux pronostics tout au moins dans le temps et de prévoir l'aspect futur de cette merja quand la végétation aura retrouvé son équilibre. C'est donc plutôt une étude descriptive qui sera faite. La végétation du centre de la merja a été analysée indépendamment de la végétation des rives qui peut couvrir de grandes surfaces. Mais ces groupements riverains seront étudiés dans un chapitre particulier.

Deux groupements de plantes très différents se sont installés au nord et au sud de la merja. Nous les examinerons successivement.

a) *Partie nord de la merja Daoura*

Dans la partie nord de la merja sur la rive ouest nous avons assisté cette année à une succession de végétation très intéressante. Des observations faites en avril 1954 montraient *Rumex paluster* en feuilles avec une couverture de 90 % et une sociabilité de 5. On trouvait en



Zone à *Rumex paluster* sec dans le nord de la Merja Daoura (Juillet 1952)

Figure 5 (Photo CRA)



Figure 6 (Photo CRA)

Zone à *Silybum Marianum-Rumex paluster* et divers types. Merja Daoura nord. (Avril 1954)



Figure 7 (Photo CRA)

Zone à *Ammi majus*. Merja Daoura nord. (Septembre 1954)

Ceinture à *Galactites tomentosa* (Avril 1954)

Figure 8 (Photo CRA)



plus *Ammi majus* (1-2), *Sonchus oleraceus* (1-1), *Cerastium glomeratum* (1-1), *Ammi Visnaga* (1-1), *Scolymus maculatus* (1-1), etc... Cette population était très homogène. En juillet un relevé fait au même endroit donnait les chiffres suivants : *Ammi majus* (4-5), *Ammi Visnaga* (2-1), *Scolymus maculatus* (2-3), *Rumex paluster* (2-1), (pieds secs), etc... Là où trois mois avant on pouvait prévoir une puissante floraison de *Rumex paluster* à l'image des années précédentes, celui-ci a été arrêté brusquement dans sa végétation ; il a monté rapidement en fleurs et a séché tout aussitôt tandis que *Ammi majus* ou *Scolymus maculatus* (Figures 6 et 7), dont on n'apercevait que quelques feuilles, se développait très rapidement et l'emportait sur tout le reste de la vegétation. Il y a en quelque sorte eu une succession de couvertures de plantes au cours de l'année : au mois d'avril la couverture (abondance-dominance) et la sociabilité étaient de 4-5 en faveur du *Rumex paluster* avec les coefficients de 2 pour l'*Ammi majus* ou le *Scolymus maculatus*. Trois mois plus tard les positions étaient renversées : l'*Ammi majus* prenait une place prépondérante qui se traduit par les coefficients 4-5 et le *Rumex* desseché n'a plus qu'un coefficient de 2-2, les tiges étant distantes les unes des autres et les feuilles tombées. A cette époque par mètre carré, on pouvait compter 20 à 25 tiges d'*Ammi majus*, vertes et feuillues, contre environ 35 tiges fines et sèches de *Rumex paluster* très isolées et sans couverture ; les hauteurs respectives étaient 2 et 1,30 m. Dans d'autres zones à la place de l'*Ammi* se sont surimposés sur le fond à Rumex, le *Scolymus maculatus* et le *Silybum Marianum*, tous deux secs dès le mois de juillet. Sans qu'il soit possible de déterminer dès maintenant la cause exacte de cette substitution, celle-ci peut être partiellement expliquée par le changement brutal de conditions écologiques (dessèchement du sol et abaissement de la nappe phréatique) qui en même temps qu'il défavorisait le *Rumex*, était favorable à l'*Ammi majus* dont la végétation est plus tardive et les exigences en eau moins grande. D'autre part, on constate depuis l'année dernière que le sol devient de plus en plus lourd et que les espèces caractéristiques des sols argileux se multiplient sur les anciennes vases. Cette progression se constate particulièrement dans la zone nord de la merja sur la rive est des canaux Nador et Daoura. La végétation sur les rives est et ouest de ces canaux continue à être assez différente tout au moins dans l'importance respective des espèces.

Alors que sur la rive ouest du canal *Rumex paluster, Ammi majus, Scolymus maculatus, Erigeron bonariensis* dominent, ce sont *Silybum Marianum, Scolymus maculatus* qui ont envahi la rive est avec en mélange *Ammi Visnaga*. Sur cette rive, entre les massifs de composées épineuses, il peut y avoir des zones où ces plantes annuelles marquent totalement et où l'on rencontre par contre d'autres thérophytes, les principales étant *Ranunculus trilobus, Bromus hordeaceus, Gaudinia fragilis, Lolium multiflorum, Polypogon monspeliensis, Hordeum maritimum, Torilis nodosa, Cerastium glomeratum, Geranium dissectum, Carlina racemosa*, etc...

Toutes ces espèces à végétation printanière sont complètement sèches dès le mois de juillet. En quelques endroits, le *Paspalidium obtusifolium*, le *Panicum repens*, l'*Atriplex hastata*, qui se sont installés mettent des taches vertes pendant l'été.

Sur les deux rives, le caractère physionomique de la végétation en juillet 1954 est le même, c'est une vegétation en « mosaïque ». Chaque

espèce dominante couvre une surface importante à elle seule et se trouve en contact, sans se mélanger, avec d'autres espèces dominantes. Ces surfaces juxtaposées forment une « mosaïque » dont chaque morceau comprend quelques dizaines de mètres carrés recouverts par une seule espèce ou presque. Ces espèces sont principalement *Ammi majus, Ammi Visnaga, Scolymus maculatus, Silybum Marianum, Erigeron bonariensis, Rumex paluster.* D'autres espèces comme *Raphanus Raphanistrum, Rapistrum rugosum, Sonchus oleraceus*, peuvent aussi former de petites populations en mosaïque.

b) *Partie sud de la merja Daoura.*

Dans la pente sud de la merja Daoura la végétation, beaucoup plus variée que dans la partie nord, est élevée et principalement composée par *Rumex paluster, Sonchus oleraceus, Senecio vulgaris, Cerastium glomeratum, Galactites tomentosa* avec une strate moins élevée formée d'espèces très diverses, dont *Gaudinia fragilis, Hordeum maritimum, Lolium multiflorum, Bromus hordeaceus, Sherardia arvensis, Ranunculus trilobus*, etc... Chacune de ces espèces est assez abondante et la couverture totale est toujours de 100 %, les plantes se recouvrant les unes les autres. Ce groupement de végétaux est composé d'espèces assez fidèles, généralement venues des peuplements qui entourent la merja. Les plantes se trouvent mélangées plutôt qu'associées, et la population ne semble pas être stable ; elle est simplement composée d'espèces à grande dissémination, à qui un asséchement progressif et un sol léger ont permis de s'installer. Il faut bien sûr excepter de cette observation, *Rumex paluster, Atriplex hastata, Polypogon monspeliensis*, qui sont des espèces communes à tous les endroits humides des merjas. Quelques espèces vivaces commencent à s'installer çà et là (voir Annexe III, coupe N° 3).

Pour donner une vue complète de la végétation de la merja Daoura en 1954, il reste à mentionner les espèces qui, petit à petit, s'installent dans les parties insuffisamment asséchées (golfes, points bas). Ces zones, qui se trouvent en tête des canaux secondaires de drainage, sont encore recouvertes d'eau pendant une grande partie de l'hiver et du printemps. La nappe phréatique, qui reste très proche de la surface même en été, favorise les *Scirpus maritimus, Polypogon monspeliensis, Pulicaria arabica*, qui forment l'essentiel de la couverture végétale de ces zones. Il y a çà et là des pieds de *Rumex paluster* et de *Plantago Coronopus* qui, venant des rives, s'installent petit à petit sur les mottes. Ce groupement se retrouve beaucoup plus développé dans le nord de la merja Si Mohamed El Mansour (voir chapitre suivant).

CHAPITRE IV. - *Etude de la végétation du centre de la Merja Si Mohamed ben Mansour*

Au contraire de la merja Daoura, la merja Si Mohamed n'est pas encore asséchée dans toute sa partie nord : la faible profondeur du canal permet seulement l'evacuation des eaux superficielles à la fin du printemps. On y trouve donc une végétation de lieux très humides. Par contre dans la partie sud, un peu plus élevée, la végétation riveraine s'étend progressivement depuis 1951.

Il est donc indispensable d'étudier séparément ces deux zones qui sont séparées par une zone centrale intermédiaire.

1°) *Zone nord de la merja Si Mohamed*

Cette zone est encore recouverte partiellement par une végétation semi-aquatique et présente des plages dénudées qui sont des points bas ou des zones mal drainées. Ces plages sont recouvertes d'eau en hiver et les characées, les algues vertes et surtout *Ranunculus aquatilis* (Figure 9) s'installent au printemps. *Scirpus maritimus* et *Phragmites communis* (Figure 10) sont les éléments permanents de la végétation de la partie exondée. Ils forment des populations plus ou moins denses, mais pouvant recouvrir complètement les vases (actuellement le *Phragmites* disparaît petit à petit sur la rive est du canal où l'assèchement est plus complet). A la fin du printemps, germent les jeunes *Polypogon monspeliensis* qui peuvent former une couverte continue sur le sol dont ils dissimulent de larges crevasses.

D'autres espèces *Juncus bufonius, Rumex paluster, Chenopodium rubrum, Ranunculus trilobus. Plantago Coronopus* et surtout *Pulicaria arabica* se trouvent çà et là en mélange avec le *Polypogon. L'Atriplex hastata* est installé depuis deux ans partout où le *Polypogon* et le *Pulicaria* couvrent les vases. Sa couverture peut être très forte dans les zones mises en défens, mais ailleurs il est très pâturé et subsiste à l'état de trognons. Quelques jeunes pieds très dispersés de *Tamarix* du groupe *gallica* montrent néanmoins que les arbres peuvent déjà vivre dans ce milieu. (Voir Annexe III, coupe N° 1).

L'étude d'une parcelle mise en défens depuis 1951 en limite d'une zone d'envahissement de *Phragmites communis* et incluant une partie de la rive montre la succession de plantes que l'on peut trouver sur la merja asséchée partiellement. (Voir croquis N° 1 et 2, Figure 11).

En 1951, la couverture était d'environ 5 % sur toute la partie centrale en dehors de la zone de *Phragmites.* Il y avait quelques pieds de *Rumex paluster* et de *Chenopodium rubrum* sur un fond de *Polypogon monspeliensis*, deux pieds de *Tamarix* et quelques rares pieds de *Typha latifolia* et *Scirpus lacustris* très broutés.

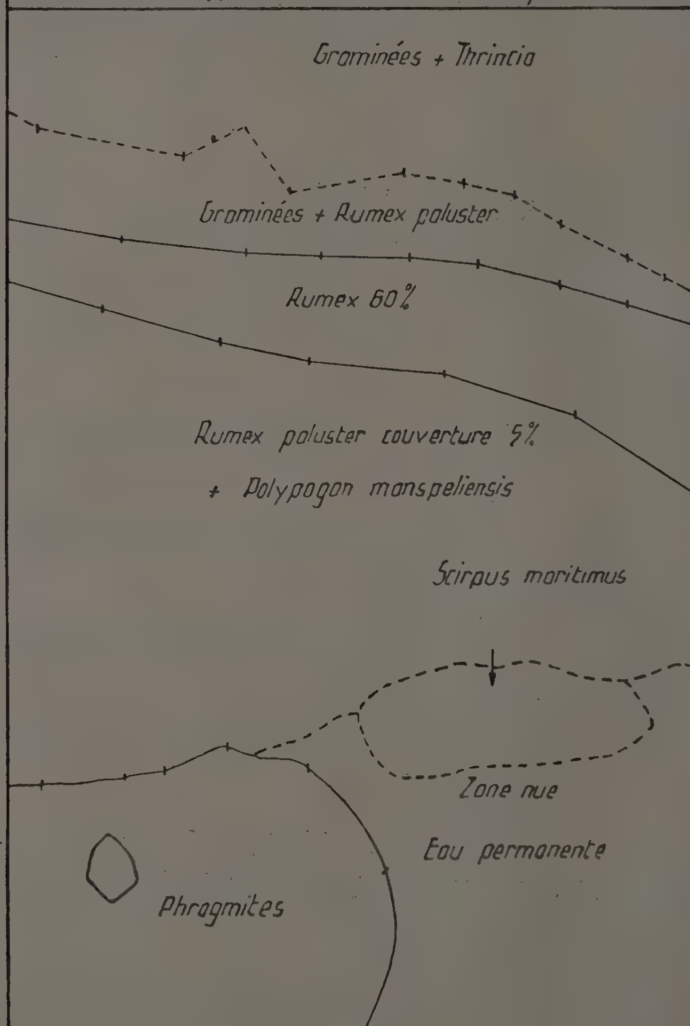
En 1952, il y eut un envahissement de *Rumex paluster* qui devint très dense et atteignit 0,80 m. La tache de *Phragmites communis* s'était fortement étendue et de très longs stolons traînaient sur le sol. L'*Atriplex hastata* commençait à s'installer.

Le *Polypogon monspeliensis* existait densément en sous-étage.

En 1953, l'*Atriplex* remplaçait en grande partie le *Rumex paluster* et le *Phragmites* continuait à s'étendre.

En 1954, l'*Atriplex hastata* avait complètement envahi la zone centrale de la parcelle, sauf un point bas où le *Polypogon* était encore bien développé. (Quelques pieds de *Typha latifolia*, de *Scirpus lacustris*, se trouvaient çà et là dans les zones les plus humides et deux pieds de *Tamarix* préexistant, continuaient à se développer).

Cette mise en défens avait été établie pour mesurer la progression de la végétation des rives vers le centre de la merja. Cette progression fut inexistante, car l'assèchement était insuffisant, l'eau couvrait jusqu'à cette année une bonne partie des points bas et était à ras de terre dans la partie centrale. Les énormes crevasses qui font quelquefois plus


Croquis de la végétation spontanée dans la parcelle de mise en défens de la merja Si Mohamed Ben Mansour (Voir figure 1)
3 Décembre 1951
Croquis n° 1
Graminées + Thrincia
Graminées + Rumex paluster
Rumex 60%
Rumex paluster couverture 5%
+ Polypogon monspeliensis
Scirpus maritimus
Zone nue
Eau permanente
Phragmites

Croquis de la végétation spontanée dans la parcelle de mise en défens de la merja Si Mohamed Ben Mansour (voir figure 1)

16 Septembre 1954 Croquis n° 2



Figure 9 (Photo CRA)
Zone submergée à *Ranunculus aquatilis* avec quelques vieux pieds de *Rumex paluster* et de *Scirpus maritimus*



Figure 10 (Photo CRA)
Parcelle de mise en défens Merja Si Mohamed, Zone à *Polypogon monspeliensis-Rumex paluster* et *Phragmites communis*. (1952)

de 1 mètre de profondeur et 20 cm de large montrent bien le peu d'évolution de ce sol spongieux. L'utilité de cette parcelle sera donc plus grande à partir du moment où l'asséchement sera presque complet.

Cette partie de la merja est limitée au sud aux coordonnées 404,3 x 439,5 (voir Figure 1), mais se prolonge dans le petit golfe qui se trouve au sud-ouest de ce point. Ce golfe est soit dénudé, soit recouvert par un peuplement dense de *Polypogon* mélangés à des pieds de pulicaire et plantain, et quelques touffes de *Phragmites, Thrincia, Atriplex*. Les allentours des zones dénudées sont peuplés en plus du *Polypogon* et du *Phragmites* par *Suaeda fruticosa* qui peut devenir très dense en certains points bas. C'est la première fois que cette espèce est trouvée assez développée en merjas côtières. Elle a pu être amenée soit par les oiseaux, soit par les troupeaux. Sur plusieurs hectares à l'est de ce golfe à la hauteur de la pointe (404 x 439) et les deux côtés du canal, il y a un recouvrement presque complet du sol par des espèces vivaces rhizomateuses (géophytes rhizomateux ou chaméphytes rampants) dont chaque touffe peut couvrir de 15 à 40 m2. Ces espèces, principalement des graminées, sont celles que l'on trouve sur les rives.

A hauteur de Si Liamane, on trouve une série d'îlots sur la rive est qui sont entourés du groupement à *Plantago Coronopus* vivace et de *Polypogon*. Chaque îlot présente une ceinture à espèces vivaces qui est très malmenée par suite d'un pâturage excessif. Les zones de passage des eaux sont plus ou moins dénudées et la ceinture d'espèces vivaces est relativement peu large.

2°) *Zone centrale*

La zone centrale de la merja entre 436 (Koubba de Si Mohamed) et 439 est presque complètement recouverte, sur la rive est par le *Plantago Coronopus* en population presque pure et sur la rive ouest par le groupement des rives qui progresse lentement.

Le mécanisme de l'envahissement du centre de la merja par la végétation terrestre a pu être étudié avec précision sur la rive ouest au nord de Si Mohamed Ben Mansour. (voir croquis n° 3 et n° 4, Figure 12). Un piquet fixe avait été placé sur une zone dénudée et nous a permis un certain nombre d'observations que voici. En 1950, la zone était nue jusqu'à 100 mètres au sud du piquet et cette zone dénudée se continuait au nord de la merja sur plusieurs kilomètres avec quelques *Scirpus maritimus* par place, des *Ranunculus aquatilis* et des algues vertes. En 1951, le *Polypogon monspeliensis* s'est installé sur toute la surface avec une couverture allant jusqu'à 100 %. Les quelques autres espèces en mélange étaient uniquement des espèces annuelles. En 1952, le *Plantago Coronopus* envahit une grosse partie de cette zone et avait un cœfficient 3-5 ; l'*Ammi Visnaga* s'était répandu sur les rives et dans la partie sud. En 1953, le *Thrincia tuberosa* commençait à s'installer au milieu de *Plantago Coronopus* et la couverture était de 95 % autour du piquet. En 1954, la couverture est un peu plus faible et la proportion de *Thrincia* plus faible aussi. (Il est possible que ceux-ci n'ont pas survécu à l'été). Le *Plantago* (4-5) est mélangé à la Renoncule à trois lobes, à *Ormenis praecox* au *Senecio vulgaris*, à l'*Ammi Visnaga* et au *Polypogon*. Cette population a envahi toute la zone, nue en 1950, qui s'étend sur 2 ou 3 kilomètres au nord du piquet. Au sud du piquet, le niveau étant un peu

Phases d'envahissement par la végétation des sols déjà évolués à l'ouest du Marabout Si Mohamed



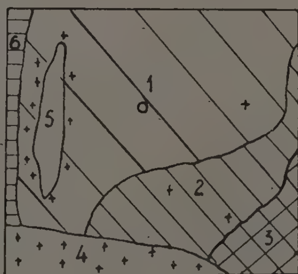
Croquis n° 3

Etat de la végétation en 1950

1. Zone nue avec çà et là des touffes d'Ammi Visnaga
2. Zone à Plantago vivace + Polypogon
3. Zone à Ammi Visnaga (ancien thalweg)
4. Zone submergée
5. Végétation des rives

o Piquet

En 1950, la zone dénudée 1 fut complètement envahie par Polypogon monspéliensis



Croquis n° 4

Etat de la végétation en 1954

1. Zone à Plantago Coronopus vivace (couverture 80%) + Ranunculus trilobus + quelques Thrincia
2. Zone à Plantago + Thrincia (couverture 100%) + quelques Panicum repens
3. Zone à Thrincia + Panicum repens (couverture 100%)
4. Zone à Ammi Visnaga (ancien thalweg)
5. Zone dénudée entourée d'Ammi Visnaga
6. Végétation des rives

o Piquet

Figure 12



Zone salée à *Hordeum maritimum* 30 % de couverture. Est de la Koubba de la Merja Si Mohamed (Avril 1954)

Figure 13 (Photo CRA)



Zone à *Plantago Coronopus* vivace en population pure. Nord de la Koubba de la Merja Si Mohamed (Avril 1954

Figure 14 (Photo CRA)



Zone à *Ammi Visnaga* + quelques *Scolymus maculatus*. Sud de la Merja Si Mohamed. (Avril 1954)

Figure 15 (Photo CRA)

plus haut, le plantain, après avoir été dominant en 1951, est remplacé en 1954 par le *Thrincia tuberosa*, et le *Panicum repens* ; la Gaudinie est aussi en assez forte proportion. Dans certaines zones plus élevées au sud-est du piquet, le *Thrincia tuberosa* est complètement séparé du plantain et associé au *Trifolium fragiferum* et aux graminées annuelles et vivaces (*Panicum repens, Agrostis, Gaudinia*, etc...) (voir croquis n° 3 te n° 4, Figure 12).

Cet exemple montre toute l'importance que peut prendre la végétation riveraine dans l'envahissement des zones centrales asséchées dans les merjas, sur un sol déjà évolué.

3°) *Zone sud de la merja Si Mohamed.*

Au sud de Si Mohamed Ben Mansour jusqu'à la ferme de Bou Anik où se termine la merja, l'envahissement par la végétation a été moins homogène. Cette partie est figurée sur les cartes au 1/50000 par une teinte bleue beaucoup moins intense que celle figurant la partie nord. En effet, se trouvant à une altitude généralement plus élevée, elle fut moins soumise aux inondations, ce que montre avec évidence la formation des sols et la végétation. Les sols souvent salés, sont plus argileux et plus évolués que ceux rencontrés dans la merja Si Mohamed nord. La couverture végétale n'y est pas très dense et ne semble pas être formée par des groupements stables. Ce sont des espèces plus particulièrement adaptées aux terres lourdes qui se sont installées. L'orge maritime remplace en grande partie le *Polypogon monspeliensis*. Il semble néanmoins y avoir un début d'organisation. Le mélange de plantes est composé par les espèces suivantes sur un fond d'*Hordeum maritimum. Scolymus maculatus, Ammi Visnaga, Gaudinia fragilis, Lolium multiflorum, Polypogon monspeliensis, Trifolium squarrosum*, avec par endroits du *Plantago Coronopus* vivace. D'autre part, il y a des pieds isolés de *Panicum repens, Gastridium lendigerum, Cynoglossum cheirifolium, Lavatera trimestris, Thrincia tuberosa, Sonchus oleraceus, Carlina racemosa, Plantago lagopus* (?), *Lactuca virosa, Picris echioides,* (voir Annexe III, coupe n° 2), *Pulicaria arabica.*

Certains points bas sont encore recouverts par l'association du nord de la merja Si Mohamed : *Polypogon, Pulicaria, Atriplex, Rumex.* Mais les zones sont nettement distinctes de celles recouvertes par les espèces énumérées précédemment.

Sur une vaste zone au nord de la Koubba le *Plantago Coronopus* vivace forme une population pure (Figure 14). Une autre zone à l'est-sud-est de la Koubba de Si Mohamed est recouverte par une population presque pure de *Hordeum maritimum* avec quelques pieds d'*Ammi Visnaga* et de *Scolymus maculatus* (Figure 13). Cette population se raccorde au reste de la végétation du sud de la merja en s'enrichissant en *Carlina, Scolymus,* etc... Des îlots d'*Ammi Visnaga* (Figure 15) s'y individualisent sur les sols les plus évolués.

CHAPITRE V. - *Etude de la végétation des rives des merjas Daoura et Si Mohamed.*

Nous avons vu que, topographiquement, les rives est et ouest des merjas côtières étaient très différentes : à l'est, la pente est très douce



Vue aérienne nord-sud de la partie sud de la Merja Daoura, vue en 1951.

1. — Ceinture à espèces annuelles.
2. — Ceinture à espèces vivaces. *Panicum* et *Thrincia.*
3. — Zone centrale avec points bas submergés et végétation semi-aquatique très dispersée.
4. — Zone d'envahissement par *Plantago Coronopus.*
5. — Ceinture à espèces vivaces *Panicum* et *Thrincia* (faciès à Agrostis) ; à l'ouest de la ceinture à annuelles, dunes cultivées ; au centre canal de drainage.
6. — Végétation des dunes fixées et cultures.
   Ilots avec végétation à base d'annuelles.

Figure 16 (Plaque infra-rouge. Photo CRA)

et il faut quelquefois parcourir 1 km pour passer de la cote 4 à la cote 5 ; à l'ouest au contraire la pente est beaucoup plus brutale et en moins de 10 mètres on peut passer de 4 à 5 mètres d'altitude. Comme dans ces merjas la moindre différence d'altitude eut une influence déterminante sur la formation des sols, donc sur la couverture végétale, on imagine facilement que, même une fois l'assèchement réalisé, les associations des rives occupent à l'est et à l'ouest des superficies très différentes en relation avec la pente. Une pente douce permet l'élargissement des ceintures riveraines alors qu'une pente relativement forte entraîne leur resserrement. (Voir Figures 16 et 17). La végétation variant suivant les différents sols, on trouve sur les deux rives des groupements végétaux particuliers aux vases, aux tirs, aux sables noirs puis aux sables clairs, en remontant de la merja vers les collines. Cette série, assez nettement tranchée sur la rive ouest, peut quelquefois être complète sur 10 mètres de large. Sur la rive est il est souvent très difficile de savoir où commence la merja, où finit l''association des tirs et où commence celle des sables noirs. Le passage d'un type de végétation à l'autre s'y fait très progressivement la surface occupée par chaque ceinture est plus grande et le nombre d'espèces est plus important que sur la rive ouest.

La végétation des rives qui se trouve depuis très longtemps en équilibre avec le milieu est formée par une succession de groupements végétaux stables et non par un mélange d'espèces comme celui qui envahit la merja Daoura. Le drainage des eaux superficielles n'a pas fait disparaître ces ceintures, mais au contraire leur a permis de s'étendre. Il est d'ailleurs possible qu'elles se transforment, car les conditions écologiques qui suivent l'assèchement ne sont pas les mêmes que celles qui ont présidé à l'installation de ces espèces. Les ceintures d'espèces terrestres qui entourent la merja sont les suivantes en partant de la merja vers les sables.

1°) Zone à *Plantago Coronopus* vivace ;

2°) Ceinture à *Thrincia tuberosa, Panicum repens ;*

3°) Ceinture à espèces annuelles, *Cynodon Dactylon.*

1°) *Zone à Plantago Coronopus vivace*

Cette zone se trouve au-dessous de l'association à espèces vivaces et à la limite supérieure des vases humides de la merja qui portent les groupements décrits précédemment. Cette population à couverture souvent faible ne forme peut-être pas un groupement stable et pourrait simplement être le premier stade d'envahissement de la ceinture *Thrincia-Panicum*. Mais le fait que le plantain soit souvent à peu près à l'état pur sans être mélangé aux autres espèces, pourrait faire penser à une population transitoire dans laquelle le plantain formerait avec quelques autres espèces un groupement à *Plantago Coronopus*. Ce dernier se mélangerait souvent aux groupements du centre de la merja et serait en même temps envahi à sa limite supérieure par la ceinture à *Panicum-Thrincia*.

Le plantain a une couverture de 30 à 80 % et les espèces qui l'accompagnent ont généralement une couverture et une sociabilité



Vue générale aérienne sud-nord de la partie nord de la merja Si Mohamed. Vue Août 1951.

1. — Ceinture à espèces annuelles.
2. — Ceintures à espèces vivaces *Panicum* et *Thrincia* + Zone à *Plantago*.
3. — Zone centrale avec points bas submergés et végétation semi-aquatique très dispersés.
4. — Zone d'envahissement par *Plantago Coronopus*.
5. — Ceinture à espèces vivaces *Panicum* et *Thrincia* (faciès à Agrostis) ; plus à l'ouest la ceinture à annuelles, dunes cultivées ; au centre canal de drainage.

Figure 17. (Plaque infra-rouge. Photo CRA)

faibles. Ces espèces sont par ordre d'importance : *Hordeum maritimum*, *Polypogon monspeliensis*, *Juncus bufonius*, *Pulicaria arabica*, *Atriplex hastata*, *Ranunculus trilobus*.

2°) Ceinture à *Panicum repens*, *Thrincia tuberosa*

Cette ceinture occupe de vastes zones sur la rive est et de plus petites sur la rive ouest. C'est probablement le groupement couvrant la plus grande superficie des merjas côtières. Même dans la merja Daoura où la zone centrale est très importante, les rives sont larges et recouvertes en presque totalité par le groupement « *Thrincia-Panicum* ». Les six principales espèces vivaces qui le forment sont *Panicum repens*, *Thrincia tuberosa*, *Plantago Coronopus*, *Agrostis stolonifera*, *Trifolium fragiferum* et *Cynodon Dactylon*. Le rapport quantitatif de chaque espèce par rapport à l'ensemble des autres dépend soit du microrelief, soit du fait que l'on se trouve à la limite supérieure ou inférieure de l'association. Deux autres espèces vivaces s'y retrouvent souvent : *Trifolium repens* et *Lippia nodiflora*.

A la limite supérieure, là où la ceinture à *Panicum* et *Thrincia* est en contact direct avec le groupe des espèces annuelles, on peut constater un grand appauvrissement en *Plantago Coronopus* et une plus faible proportion de *Trifolium fragiferum*. Les espèces dominantes sont *Thrincia tuberosa* et *Panicum repens*. Par contre, à la limite inférieure, c'est *Plantago Coronopus* qui est le plus développé et peut avoir une couverture très forte. A cette limite on ne trouve pas ou très peu d'*Agrostis stolonifera* et de *Trifolium fragiferum*. Ces deux dernières espèces ne se trouvent bien développées que dans la partie centrale de la ceinture, là où l'association a eu largement la place de s'installer et où elle couvre plusieurs dizaines de mètres de large.

Des espèces annuelles complètent ce groupement : *Gaudinia fragilis*, *Ranunculus Sardous ssp. tribolus*, *Torilis nodosa*, *Lolium sp.*, etc...

Sur la rive ouest, cette ceinture est très étroite et l'on constate en général une absence plus ou moins complète d'*Agrostis stolonifera* et de *Trifolium fragiferum*, qui dans certains endroits forment seulement une bande de 20 cm de large.

La couverture de ce groupement est très généralement de 100 % et il forme le meilleur pâturage qui puisse exister. On le trouve dans la zone du tirs, terre noire très argileuse, mais actuellement il s'installe sur des terres moins évoluées, surtout au moyen de *Thrincia tuberosa* et *Panicum repens*.

Ce groupement peut être examiné dans toute sa complexité et avec quelques espèces supplémentaires (*Agropyron*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense*, etc...) des deux côtés du barrage de Sidi el Hachemi.

3°) *Ceinture à base d'espèces annuelles*. On la trouve sur des sables gris où l'humidité est insuffisante pour maintenir une végétation pérenne estivale. La composition de ces sables beaucoup plus humifères que les sables dunaires permet à une végétation spéciale de s'installer pendant l'hiver et au début du printemps, époque à laquelle la couverture est de 100 %. Dès le moi de mai, ces plantes meurent et il ne

subsiste que leurs feuilles desséchées. Cette ceinture n'a pas une composition constante, mais peut être caractérisée par :

Gaudinia fragilis, Bromus hordeaceus, Ormenis mixta ssp. eu-mixta, Plantago lagopus, Torilis nodosa, Erodium sp., Geranium rotundifolium, Leontodon hispulus var. Salzmanii, Bellis annua, etc...

L'ensemble de ces espèces n'est pas présent dans chacune des localités, mais il y a toujours plusieurs d'entre elles. On y trouve souvent çà et là le *Cynodon Dactylon* qui a une faible couverture. La place et l'écologie de cette ceinture supérieure sont absolument constantes, quelles que soient les variations floristiques qu'elle peut subir. A la limite inférieure de la ceinture à espèces annuelles et quelquefois en contact avec le *Thrincia* et le *Panicum*, il y a une espèce qui peut se surimposer : c'est *Galactites tomentosa* qui est souvent accompagné, mais plus tardivement, de *Carlina racemosa*. Cette espèce existe seulement aux endroits où la ceinture à annuelles a pu nettement se différencier particulièrement sur la rive est (voir Figure 8).

A la limite supérieure ce groupement se mélange intimement avec les associations des sables clairs qui sont toujours moins denses et ont une couverture plus faible que lui.

CHAPITRE VI. - *Dynamique et biologie des groupements végétaux des merjas côtières.*

L'ensemble des groupements végétaux de la merja est en pleine évolution à la suite de la transformation des conditions écologiques. Il semble donc intéressant d'étudier le spectre biologique réel (1) de chacun de ces groupements et son évolution depuis le début des observations. (pour la liste des groupements, voir Annexe II).

Cela permettra de prévoir, dans une certaine mesure l'aspect de la végétation qui s'installera dans les années prochaines.

Les quatre types de végétation qui couvrent du nord au sud la partie centrale des merjas, puis les ceintures présentes sur les rives, seront examinées tour à tour (voir Annexe II).

1°) *Merja DAOURA nord*

En 1951, il y eut environ 10 % de la merja couverte par une thérophyte (*Chenopodium rubrum*) après son exondation. En plus, des touffes de géophytes rhizomateuses (*Panicum, Cynodon, Agrostis*) étaient dispersées çà et là sans que l'on puisse leur accorder une couverture mesurable. En 1952 et 1953, le *Rumex paluster* prit une extension plus ou moins grande suivant les rives, et la couverture moyenne fut de 80 % avec des espèces annuelles diverses (environ 40 en 1952 et 25 en 1953). La couverture était donc essentiellement formée par des espèces annuelles.

(1) Au cours de ce chapitre il ne sera question que du « spectre biologique réel » qui établit le % du recouvrement des espèces en fonction de leur forme biologique. Les comparaisons obtenues avec le spectre biologique des espèces, auraient été moins intéressantes dans cette étude locale.

ou bisannuelles à développement rapide et à grande dissémination, dont la principale était le *Rumex paluster*. Les espèces vivaces ne se multipliaient pratiquement pas, le terrain étant occupé par la dense couverture du *Rumex*.

En 1954, il y eut au cours du printemps une succession de couvertures végétales qui, composées d'espèces différentes sur chacune des rives du canal de la Daoura, furent essentiellement à base de thérophytes. La population végétale a eu tendance à se simplifier et six espèces annuelles à grand développement végétatif forment à peu près la totalité de la couverture végétale. Les espèces annuelles donnent pour l'année 1954 un spectre biologique réel de 95 % de thérophytes.

Rumex paluster fut l'espèce « pionnière », celle qui la première s'est installée sur les surfaces nues encore un peu humides. Il semble que ce soit une plante qui ne puisse supporter la concurrence et nous avons constaté son élimination, une fois que les conditions qui la favorisaient particulièrement ont disparu. Dans quelques années elle ne figurera plus sur les relevés de la végétation de la merja nord.

Les autres espèces, *Ammi, Scolymus, Silybum* sont d'après des observations faites dans le Rharb central, des espèces qui s'installent sur les sols asséchés à structure argileuse forte ; elles disparaissent rapidement si une autre végétation peut s'installer et les concurrencer. Dans le cas contraire, quand l'assèchement des sols lourds s'est fait brutalement, ce qui empêche l'installation d'espèces vivaces terrestres, on peut voir ces ombellifères et composées se reproduire régulièrement chaque année et former le fond de la population végétale. Il est difficile de dire lequel de ces deux cas sera réalisé en merja Daoura nord car « l'alourdissement » du sol peut être assez rapide. Néanmoins il semble que la végétation vivace à base de graminées, plantain, *Thrincia*, doive l'emporter.

2°) *Merja Daoura sud*

Il y a une grande différence entre la végétation des parties nord et sud de la merja Daoura. Au lieu d'un assèchement brutal laissant un sol nu, l'eau s'est retirée beaucoup plus lentement de la partie sud de la merja. La végétation semi-aquatique s'est trouvée mélangée à la végétation terrestre pendant deux ans, puis on a assisté à la disparition des espèces semi-aquatiques (*Lycopus europeus, Scirpus maritimus, Scirpus lacuster*) et à un envahissement total par des espèces annuelles déjà présentes ou venant des rives. Les conditions n'étant pas seulement favorables aux *Rumex*, de très nombreuses espèces ont pu s'installer en même temps et donner un groupement végétal varié et luxuriant. Le *Rumex* est néanmoins très abondant. En 1954 (juin) pour une couverture totale de 100 %, il y avait 95 % couvert par des espèces annuelles ou bisannuelles et 5 % par des espèces vivaces. Ces dernières risquent de se multiplier beaucoup dans les années à venir et les espèces du nord de la merja s'installeront aussi quand les sols auront évolué.

3°) *Merja Si Mohamed nord*

La population végétale de la merja qui a assez peu évolué depuis le début du drainage, se maintient, bien que les conditions qui ont

présidé à son installation aient en partie disparu. Malgré cela, le milieu n'a pas été suffisamment transformé pour que la végétation change d'une manière complète. Il subsiste donc un certain nombre d'espèces semi-aquatiques vivaces (géophytes rhizomateuses) comme *Scirpus maritimus* et *Phragmites communis* qui sont actuellement exondés à la fin du printemps. Sur les parties du sol qui restent nues à cette époque, s'installent des thérophytes : *Polypogon monspeliensis*, *Pulicaria arabica*, etc... Le spectre biologique varie donc au cours de l'année : la végétation est uniquement composée de geophytes rhizomateuses au cours de l'hiver, la couverture variant de 0 a 100 % sur les plages dénudées et dans les populations de roseaux, avec une moyenne de 30 %, dans les zones à *Scirpus maritimus* ; au cours de l'été, le sol est recouvert pour les 3/4 par des espèces annuelles et pour le 1/4 par des espèces présentes l'hiver. Tant que subsisteront les conditions actuelles, il est probable que cette succession de types de végétation se maintiendra. Mais l'approfondissement du canal qui a été réalisé cette année entraînera certainement un dessèchement des vases qui seront bientôt envahies par des thérophytes et des hemicryptophytes alors que les espèces semi-aquatiques disparaîtront.

4°) *Merja Si Mohamed sud.*

L'état actuel de la végétation de cette partie est très intéressant à observer, car on y trouve à peu près toutes les étapes de l'envahissement de la merja par les espèces vivaces des ceintures riveraines. Si dans certaines zones le spectre biologique réel montre que les espèces vivaces couvrent 95 % du sol, la végétation qui forme cette couverture est très variée : ce peut être du plantain en population pure ou un mélange de *Thrincia, Plantago, Panicum repens.*

L'analyse de la progression de la végétation que nous avons faite (page) montre l'évolution du spectre biologique réel dans une petite zone à l'ouest de la Koubba de Si Mohamed.

jusqu'à 1950	1951	1952	1953 et 1954
Géophytes 10 à 30 %	Thérophytes 100 %	Thérophytes 50 %	Thérophytes 10 à 30 %
Hydrophytes 5 à 30 %	Géophytes en cours de disparition	Hémicryptophytes 30 %	Hémicryptophytes 60 à 80 %
			Géophytes rhizomateuses 0 à 20 %

Dans d'autres parties de la merja, en particulier sur la rive est du canal au sud de la mosquée de Si Mohamed, la couverture est incomplète mais formée entièrement par des thérophytes qui couvrent 30 à 80 % du sol. Un peu plus au sud, s'installent les *Plantago Coronopus* vivaces avec quelques pieds de *Panicum*. Là aussi la végétation évolue vers un enrichissement en espèces vivaces.

5°) *Végétation de la ceinture à espèces vivaces*

La végétation printanière et estivale de ces rives a une couverture de 100 % dont 90 % par des espèces vivaces. Le spectre biologique réel est à peu près le suivant :

Hémicryptophytes	30 à 60 %
Géophytes rhizomateuses	15 à 60 %
Chaméphytes (Solanum sodomaeum, Marrubium vulgare)	0 à 20 %
Thérophytes	1 à 15 %

Ce spectre diffère notablement de celui observé couramment en Afrique du Nord et se rapproche beaucoup plus de celui des prairies humides de France ou de Hollande avec une plus grande proportion d'hémicryptophytes. Ce sont les conditions d'humidité très favorables de cette ceinture qui ont permis l'établissement d'une végétation vivace à développement printanier et estival. Le sol qui a une structure particulière, retient très bien l'eau et il ne semble pas que l'asséchement de la merja fasse varier rapidement le spectre biologique réel de ce groupement ; il pourrait y avoir tout au plus une augmentation de la population de thérophytes.

6°) *Végétation de la ceinture supérieure dite « ceinture à annuelles »*

Cette ceinture à végétation très précoce et éphémère est composée en majeure partie de thérophytes mais peut néanmoins contenir quelques géophytes rhizomateuses (*Cynodon, Panicum*) et quelques hémicryptophytes (*Plantago*). Son spectre biologique réel est le suivant :

Thérophytes	80 à 100 %
Hémicryptophytes	0 à 5 %
Géophytes	1 à 10 %

Cette végétation est assez semblable pour la répartition des formes biologiques à celle des jachères de la région sur sable clair, mais elle est plus dense et plus tardive. Elle est différente de celle des sables incultes où le *Thymelae*, l'asphodèle, le doum, etc... prennent une grande importance. Cette différence vient du fait que la ceinture à annuelles n'est pas assez humide pour porter des espèces vivaces à végétation estivale et trop humide et humifère par moments pour que les chaméphytes des sables clairs puissent s'y installer.

***

En résumé, on peut dire que partout où l'asséchement a transformé brutalement les conditions de milieu, les espèces aquatiques ou semi-aquatiques disparaissent, l'envahissement s'est fait par les espèces annuelles qui, très souvent, ont pris un développement végétatif remarquable. Ce sont des espèces à grande dissémination dont la germination est rapide et les jeunes semis robustes. Petit à petit, quand l'humidité reste suffisante, les espèces vivaces terrestres (géophytes rhizomateuses, hémicryptophytes) s'installent pied par pied ; leur resemis est lent, les jeunes pieds sont beaucoup plus fragiles que ceux des espèces annuelles qui les concurrencent. Un équilibre s'établira dans quelques années,

il est difficile de prévoir les proportions de chaque groupe biologique. Quand l'assèchement du sol est plus lent, les conditions du milieu permettent en même temps que la prolifération des espèces annuelles, la multiplication d'espèces vivaces. L'équilibre, dans ce cas, sera réalisé assez vite et le sol évoluera rapidement.

Quand l'assèchement a peu modifié les conditions dans lesquelles vivait l'association, celle-ci subsiste ou évolue très rapidement vers une association plus xérophile.

CHAPITRE VII - *Enseignement à tirer pour la mise en culture des merjas côtières.*

Il semble que pour l'exploitation future de la merja, on puisse maintenir la distinction des grandes zones de végétation étudiées ici et prévoir pour chacune d'elles des traitements différents.

En premier lieu, toute la zone nord de la merja Si Mohamed et quelques golfes de la merja Daoura ne peuvent être exploités actuellement. Il est indispensable d'attendre que le système de drainage qui vient d'être amélioré cette année ait fait ses preuves et que la végétation terrestre ait commencé à s'installer. Cette partie devrait donc être mise en réserve avec une exploitation possible comme zone de fauche à la fin du printemps si le sol n'est pas trop humide. Il faudra, dans la mesure du possible, se garder d'y mettre des animaux surtout en hiver et au printemps.

Les ceintures d'espèces annuelles, et de *Thrincia-Panicum*, particulièrement sur la rive est, peuvent être exploitées dès qu'on le désirera. La population végétale y est stable, et traduit de bonnes conditions générales. Le sol est une sorte de tirs et les plantes peuvent donner presque toute l'année une excellente production fourragère, à condition de pratiquer un pâturage rationnel. Il semble donc que, si les agriculteurs ne peuvent mettre en valeur toute leur propriété dès le début, ils puissent utilement consacrer cette zone à l'élevage intensif, avec un petit aménagement pour la rotation. Ils utiliseront ainsi une prairie naturelle dont l'installation ne leur aura rien coûté et produiront leur fumier. Il leur sera facile, dès que les moyens le leur permettront, de mettre en culture ces terres, toutefois faudra-t-il bien peser cette décision, car ces prairies une fois retournées ne pourront que très difficilement être réinstallées.

Les anciennes zones submergées qui forment la plus grande partie de la merja devront être traitées avec prudence au début de leur exploitation. En effet le sol et la végétation n'ont pas encore trouvé un équilibre dans le nouveau milieu créé par l'assèchement. Les vases peuvent se transformer de manière différente sous l'influence de la culture et sous celle de la végétation vivace.

La partie sud de la merja Si Mohamed a un sol évolué et très argileux comme la végétation en témoigne. Sa mise en exploitation pourrait probablement se faire rapidement, mais il faudra faire attention au fait qu'il y a du sel au moins dans la couche superficielle de ces sols et que des cultures d'été seront difficiles à réussir dans les

parties les plus argileuses (zone à *Hordeum, Ammi, Scolym*). L'expérience dira dans quel sens les façons culturales feront évoluer le sol.

Les observations qui ont pu être faites sur la parcelle d'expérience de la merja Daoura, pourront être généralisées à toute la partie nord de cette merja, la végétation spontanée étant très homogène dans toutes ces zones. L'évolution de la végétation montre que depuis quelques années il y a un « alourdissement des sols » et un dessalement probable de leur surface.

Néanmoins, il est très facile de prévoir, dès les premières années de culture, un envahissement puissant par les plantes adventices qui ne seront pas forcément les mêmes que celles recouvrant actuellement la merja. Il faudra des désherbages fréquents pendant les premières années et des cultures d'espèces à végétation rapide et étouffante, ou d'espèces semées en ligne qui seront sarclées régulièrement. Les espèces fourragères à végétation estivale ou hivernale sembleraient très appropriées : en même temps qu'elles fourniraient un excellent fourrage, elles couvriraient complètement le sol.

Le pédologue qui étudie actuellement ces terres et leur évolution pourra mieux que quiconque donner d'utiles conseils sur le mode d'exploitation du sol, les engrais et les façons culturales à appliquer pour que l'évolution soit favorable. L'étude de la végétation permettra d'observer les étapes de cette transformation et de savoir le moment où l'équilibre du milieu aura été réalisé.

Guy PERRIN DE BRICHAMBAUT
Ingénieur principal
des Services Agricoles

ANNEXE I

Observations sur la biologie et l'écologie locales des espèces les plus intéressantes rencontrées dans les merjas côtières (1954)

Paspalidium obtusifolium (Del.) Maire var. *acutifolium* Coss. Géophyte rhizomateuse. Floraison en été. Espèce peu répandue au début de l'asséchement, mais qui prend actuellement un fort développement local dans la merja Si Mohamed ; se trouve dans la ceinture à *Thrincia-Panicum ;* a pu passer inaperçu dans certains endroits par suite de sa ressemblance végétative avec le *Panicum repens.*

Panicum repens L. - Géophyte rhizomateuse. Floraison en été. Ecologie très large ; se trouve principalement sur les sols tirsifiés humides, est une des caractéristiques du groupement à *Thrincia-Panicum*. Espèce en progression vers le centre de la merja.

Polypogon monspeliensis (L.) Desf. - Thérophyte. Floraison au printemps. Espèce à grand pouvoir de dissémination, qui envahit les vases dénudées et supporte très bien une forte humidité. Le *Polypogon maritimus* (R. Lit.) Emb. et Maire n'a pas été distingué du *Polypogon monspeliensis.*

Agrostis stolonifera L. ssp. *eu-alba* Auct. var. *coarcata* (Ehrb.) Blytt. - Géophyte rhizomateuse. Floraison en fin de printemps. Espèce à écologie assez stricte, répartie en ceinture quelquefois très large, quelquefois à peine visible dans le groupement à *Trincia-Panicum.* Résiste à une submersion hivernale.

Gaudinia fragilis (L.) P. Beauv. ssp. *eu-fragilis* Maire. Thérophyte. - Floraison au printemps. Espèce des sables et des argiles humides, qui se trouve dans la ceinture à *Thrincia-Panicum* et dans les ceintures à annuelles sur sables gris ; peut s'installer sur les vases peu évoluées avec d'autres espèces.

Cynodon Dactylon (L.) Pers. var. *genuinus* Maire. - Géophyte rhizomateuse. Floraison au printemps-été. Espèce à écologie très large, se trouve surtout dans la ceinture à *Thrincia-Panicum* dans la zone à annuelles et en-dessus ; supporte très bien la sécheresse des sables clairs.

Phragmites communis Trin. var. *isiacus* (Del.) Coss et Dur. forma *gigantea* (Gay.) Maire et Weiller. - Géophyte rhizomateuse (mais à chaumes biennaux). Floraison en été. Espèce des endroits très humides anciennement submergés, se trouve particulièrement dans la partie nord de la Merja Si Mohamed, et existait par places, dans toutes les merjas côtières avant l'asséchement. Sa disparition suivra l'asséchement complet.

Dactylis glomerata L. var. *typica Posp.* - Hemicryptophyte. Floraison en fin de printemps. Espèce rare et à écologie stricte, qui aime les terres humides argileuses, et se trouve sur la rive est de la merja Si Mohamed, à l'est de Sidi-El-Hachemi avec *Festuca elatior, Agropyron elongatum* et des légumineuses vivaces.

Poa annua L. ssp. *exilis* (Tomm.) Asch. et Graedn. - Thérophyte. Floraison au printemps. Espèce précoce à écologie assez large mais à cycle de végétation très court ; se trouve en particulier dans la ceinture à *Thrincia-Panicum* et au centre de la merja asséchée.

Bromus hordeaceus L. ssp. *mollis* (L.) Maire. - Thérophyte. Floraison au printemps. Espèce se trouvant surtout sur sables gris dans le groupement à annuelles et dans la partie sud de la Merja Daoura sur les vases exondées humides.

Lolium sp. (Très souvent *Lolium multiflorum* Lam). - Thérophyte. Floraison au printemps. Espèce largement répandue dans la merja et sur les rives.

Hordeum maritimum With. ssp. *eu maritimum* Hayek. - Thérophyte. Floraison au printemps. Espèce localisée dans certaines zones sur la rive est de la Merja Daoura et surtout sur des argiles lourdes et asphyxiantes au sud-est de la Koubba de Si Mohamed ; supporte bien la salure du sol.

Scirpus maritimus L. - Géophyte tuberculeuse. Floraison en été. Espèce semi-aquatique, qui était largement répandue dans toute la partie centrale des merjas côtières ; subsiste dans le nord de la Merja Si Mohamed, mais tend à disparaître par suite de l'assèchement.

Juncus bufonius L. ssp. *insulanus* (Viv.) Briq. var. *congetus* Wahlb. - Thérophyte. Floraison en été. Espèce des endroits humides et des vases exondées, qui se trouve souvent avec *Polypogon monspeliensis* mais est moins dense dans la partie nord de la Merja Si Mohamed.

Rumex paluster Sm. - Annuel ou bisannuel. Floraison au printemps, début été. Espèce colonisatrice des vases exondées, qui peut avoir un très grand développement végétatif (2 ans), a des exigences en eau assez grandes.

Chenopodium rubrum L. ssp. *crassifolium* (Horn.) Maire. Thérophyte. - Floraison en fin d'été. Espèce colonisatrice des vases très humides, qui peut couvrir de vastes surfaces antérieurement dénudées, mais ne résiste pas à la concurrence.

Atriplex hastata L. Thérophyte. - Floraison en été - automne. Espèce colonisatrice des vases humides, qui peut remplacer le *Rumex paluster* dans certaines zones ; très bonne couverture du sol.

Suaeda fructicosa (L.) Forsk. var. *longifolia* Fenzl. Chaméphyte. - Floraison en été. Espèce rare dans les merjas côtières, qui se trouve sur les vases exondées et salées avec *Polypogon monspeliensis* dans un golfe au sud de Sidi-Liamane.

Silene gallica L. Thérophyte. - Floraison au printemps. Espèce des sables gris et blancs ; quelques pied au sud de la Merja Daoura.

Ranunculus aquatilis L. ssp. *Baudotii* (Godr.) Ball var. *confusus* (Godr.) Batt. - Espèce des zones submergées, qui se trouve dans le nord de la Merja Si Mohamed et dans les golfes mal drainés.

Ranunculus sardous Crantz ssp. *trilobus* (*Desf.*) *Rouy. et Fouc.* Thérophyte - Floraison au printemps. Espèce des terres humides, qui se trouve dans la zone à annuelles et dans les vases au sud de la Merja Daoura.

Raphanus Raphanistrum L. Thérophyte. - Floraison en fin de printemps. Espèce peu répandue,formant des îlots très denses dans le nord-est de la Merja Daoura.

Medicago hispida Gaertn. var. *lappacea* (Desr.) Urb. Thérophyte. - Floraison au printemps. Espèce des sables humides ou des tirs, qui se trouve surtout dans la ceinture à annuelles.

Melilotus segetalis Ser. Thérophyte. - Floraison en fin de printemps. Espèce aimant les terres humides et un peu argileuses, qui se trouve souvent dans la ceinture à *Thrincia-Panicum*.

Trifolium fragierum L. Hemicryptophyte. - Floraison en été. Espèce aimant les terres lourdes et humides, se trouvant principalement sur la rive est, dans la ceinture à *Thrincia-Panicum* souvent avec l'*Agrostis*.

Trifolium isthmocarpum Brot. var. *genuinum* Briq. et *Trifolium squarrosum* L. Thérophyte. - Floraison au printemps. Espèces des endroits humides, se développant dans le sud de la merja Daoura et se trouvent dans toutes les merjas.

Trifolium repens L. Hemicryptophyte. - Floraison en fin de printemps. Espèce localisée, qui se trouve principalement sur les rives autour de Sidi El Hachemi, quelquefois en mélange avec le trèfle fraise ; aime les terres lourdes et humides.

Trifolium pratense L. - Hemicryptophyte. Floraison en fin de printemps. Espèce très peu répandue, qui se trouve au nord et au sud du barrage de Sidi El Hachemi sur les rives en mélange avec *Trifolium repens, Medicago lupulina, Trifolium fragiferum* et des graminées vivaces

Geranium dissectum L. - Thérophyte. Floraison en début de printemps. Espèce particulièrement abondante dans le centre de la partie sud de la merja Daoura et dans la ceinture à annuelles.

Geranium molle L. - Thérophyte. Floraison en début de printemps. Espèce très commune de la ceinture à espèces annuelles, à végétation très précoce.

Erodium sp. - Thérophyte. Floraison au printemps. Espèce abondante dans les sables gris humides, qui se trouve dans la ceinture à espèces annuelles.

Tamarix gallica L. (*s.l.*) - Phanérophyte. Espèce disséminée çà et là par pieds isolés ; mais commençant à coloniser les bords des canaux de drainage ; se trouve surtout au sud de Sidi-El Hachemi.

Torilis nodosa (L.) Gaertn. forma *subsessilis* (O. Kuntze) Thell. - Thérophyte. Floraison au printemps. Espèce des sables et argiles humides, qui se trouve dans la ceinture à *Thrincia-Panicum* et dans la ceinture à annuelles ; peut s'installer sur les vases peu évoluées (sud Daoura par exemple).

Ammi majus L. var. *genuinum* Godr. - Thérophyte. Floraison en fin de printemps, début été. Espèce à grand développement végétatif, très abondante dans toute la partie centrale de la Merja Daoura nord ; supporte la concurrence, se développe sur sol léger bien drainé.

Ammi Visnaga (L.) Lam. var. *Hybernonis* (Sennen) Maire. - Thérophyte. Floraison en fin de printemps. Espèce des terres lourdes, supportant le sel ; abondante dans le sud de la Merja Si Mohamed, çà et là à l'intérieur des merjas sur les sols asséchés et évolués.

Anagallis arvensis L. ssp. *phoenica* (Gouan) Vollman et ssp. *parviflora* (Hoffmann et Link.) Batt. - Thérophytes. Floraison au printemps. Représentée par plusieurs variétés, cette espèce se trouve surtout dans la ceinture à annuelles sur sables gris.

Centaurium spicatum (L.) Fritsch. - Thérophyte. Floraison en été. Espèce des terres argileuses humides et des vases évoluées, qui se trouve dans la zone à *Thrincia-Panicum* et çà et là dans la partie centrale.

Lippia nodiflora (L.) Rich. - Hémicryptophyte. Végétation d'été. Espèce des terres lourdes et humides, se trouve souvent dans la zone à *Thrincia-Panicum* bien développée.

Marrubium vulgare L. var. *typicum* Fiori. - Chaméphyte. Floraison en fin de printemps. Espèce nitrophile, très localisée à la limite de la ceinture à *Thrincia-Panicum* sur la rive ouest près de l'îlot de Sidi-Liamane ; se trouve çà et là.

Mentha rotundifolia L. ssp. *eu-rotundifolia* Maire. - Chaméphyte. Floraison en fin de printemps-été. Espèce très localisée, qui se trouve dans la ceinture à *Thrincia-Panicum* sur quelques endroits de la rive est ; se retrouve çà et là.

Solanum sodomaeum L. - Chaméphyte. Floraison en fin de printemps. Espèce anciennement localisée à la périphérie de la merja ; les pieds délimitaient les différents niveaux de l'eau, car la germination se faisait à partie des « pommes de Sodome » laissées par l'eau en se retirant ; se retrouve çà et là.

Plantago Coronopus L. (*s.l.*). - Hémicryptophyte. Végétation de printemps. Variété vivace, très colonisatrice et répandue, qui envahit les vases asséchées, à la limite inférieure de la ceinture à *Thrincia-Panicum* et la partie la plus rapide et la moins évoluée de cette ceinture ; se trouve dans la partie sud de la Merja Si Mohamed.

Sherardia arvensis L. - Thérophyte. Floraison au printemps. Espèce aimant les sols assez légers mais humides, qui se trouve dans la ceinture à annuelles et dans le centre de la partie sud de la Merja Daoura.

Bellis annua L. - Thérophyte. Floraison en fin d'hiver, début de printemps. Espèce des sols humides et légers, qui se trouve dans la ceinture à espèces annuelles.

Pulicaria arabica (L.) Cass. (*s.l.*). - Thérophyte ou hémicryptophyte. Floraison fin de printemps-été. Espèce des terres humides souvent en mélange avec *Polypogon monspeliensis*. Se trouve autour des points bas.

Anacyclus clavatus (Desf.) Pers. - Thérophyte. Floraison en fin de printemps. Espèce des terres humides, qui se trouve quelquefois dans la ceinture à annuelles ou dans le centre des merjas.

Senecio vulgaris L. - Thérophyte. Floraison au printemps. Espèce à fort développement végétatif, qui se trouve dans toute la merja sur les vases exondées.

Carlina racemosa L. - Thérophyte. Floraison en été. Espèce des sables un peu argileux, qui se trouve dans la ceinture à vivaces et au-dessus dans les zones très pâturées.

Silybum Marianum (L.) Gaertn. - Thérophyte. Floraison en fin de printemps. Espèce à très grand développement végétatif (dépasse 2 m) et à grand pouvoir d'envahissement sur terres argileuses ; se trouve dans toute la partie nord de la Merja Daoura, très développée avec *Scolymus maculatus.*

Galactites tomentosa Moench. - Thérophyte. Floraison au printemps. Espèce des sables noirs, humides, qui se trouve surtout à la limite de la ceinture à annuelles et de celle à *Thrincia-Panicum* sur la rive est.

Centaurea Galcitrapa L. - Thérophyte. Floraison en été. Espèce des terres assez argileuses, qui se trouve en limite de merja ou dans les anciens thalwegs.

Scolymus maculatus L. - Thérophyte. Floraison début été. Espèce à très grand développement végétatif (dépasse 2 m) et à grand pouvoir d'envahissement sur terres argileuses et vases évoluées ; se trouve dans toute la partie nord de la Merja Daoura et dans le sud de la Merja Si Mohamed.

Thrincia tuberosa DC. (*Leontodon tuberosus* L.). - Hémicryptophyte. Floraison au printemps. Espèce des terres lourdes et humides, qui forme avec le *Panicum repens* et quelques autres espèces vivaces une ceinture continue autour des merjas côtières.

Leontodon hispidulus (Del.) Boiss. - Thérophyte. Floraison au printemps. Espèce des terres légères, qui se trouve dans la ceinture à annuelles.

Sonchus oleraceus L. - Thérophyte. Floraison au printemps. Espèce des sables humides et des vases exondées, qui se trouve surtout dans le centre de la Merja Daoura.

ANNEXE II. - Liste des principaux groupements végétaux rencontrés dans les merjas côtières en 1954.

Pour cette énumération les groupements présents sur les endroits humides seront cités en premier, ceux des sables plus secs, en dernier.

1°) Groupement aquatique ;

Ce groupement est essentiellement formé de *Ranunculus aquatilis* L. ssp. *eu-aquatilis* Maire et de characées. Il se développe au printemps dans l'eau qui recouvre les points bas.

Ce groupement comprenait le *Scirpus lacustris* et le *Typha angustifolia*, dont on trouve de rares exemplaires.

2°) Groupements à *Phragmites communis* et à *Scirpus maritimus :*

Ces groupements sont caractéristiques des endroits qui étaient longuement submergés avant l'assèchement. Ils sont en voie de disparition actuellement. Ils étaient particulièrement bien établis dans la partie nord de la Merja Si Mohamed et dans la partie sud de la Daoura. On les retrouve sur de larges surfaces dans le nord de la Merja Si Mohamed.

3°) Groupement à *Polypogon monspeliensis* et à *Atriplex hastata :*

Ce groupement est caractéristique des terrains très humides l'hiver, où la végétation terrestre ne peut s'installer. Il se chevauche souvent avec le groupement à *Scirpus maritimus.*

4°) Groupement à *Plantago Coronopus* vivace :

Ce groupement envahit les plages dénudées et asséchées dès le printemps. Il est souvent en mélange avec le précédent dans les endroits humides. Dans d'autres zones, par exemple au sud de la Merja Si Mohamed, sur la rive est, il peut former sur un sol assez évolué une population dense et presque pure.

5°) Groupement en « mosaïque ». Ce groupement est formé principalement par *Rumex paluster, Ammi majus, Silybum Marianum, Scolymus maculatus, Erigeron bonariensis.*

Ce groupement qui a succédé à une population très dense de *Rumex paluster*, se trouve sur les sols asséchés depuis trois ans dans le centre nord de la merja Daoura.

6°) Groupement à *Rumex paluster* et *Sonchus oleraceus.*

Ce groupement qui est composé d'un grand nombre d'espèces riveraines, couvre 100 % du centre sud de la Merja Daoura. Il a succédé au groupement à *Scirpus maritimus* et *Polypogon monspeliensis.*

7°) Groupement à *Hordeum maritimum* et divers.

Ce groupement, localisé dans le sud de la Merja Si Mohamed, est encore peu stable. Il représente une phase de l'envahissement de la végétation terrestre sur un sol argileux actuellement peu humide en été.

8°) *Groupement à Thrincia-Panicum.*

Ce groupement formant une ceinture stable autour des merjas, est composé essentiellement d'espèces vivaces. On le trouve sur des tirs noirs et il existe depuis la formation des merjas. Les espèces principales sont *Thrincia tuberosa, Panicum repens, Plantago Coronopus* (vivace), *Agrostis stolonifera, Trifolium fragiferum.*

9°) *Groupement d'annuelles.*

Ce groupement forme une ceinture stable, qui est au-dessus de la ceinture mentionnée précédemment et en contact avec la végétation des sables clairs. Il se trouve sur les sables noirs. On y trouve graminées annuelles, des *Geranium, Sherardia*, etc...

ANNEXE III. - *Coupes transversales caractéristiques des merjas côtières* (1954)

1°) *Coupes transversales de la Merja Si Mohamed* (les axes de travail sont portés sur la carte).

Cette coupe va de la borne 123 (borne T.P. limite est de la merja) vers le petit bois d'eucalyptus de la rive ouest. La borne 123 se trouve au milieu de la zone à espèces annuelles à base d'*Erodium*, de *Sherardia*, de graminées annuelles. Au bout de 100 mètres, on entre dans la population à *Galactites tomentosa*. Cette zone est large d'environ 150 mètres et suivie d'une petite zone à espèces annuelles. A 300 mètres de la borne 123, commence la ceinture à *Panicum* et *Thrincia* qui a environ 200 mètres de large. C'est le faciès à *Agrostis stolonifera* qui se présente sur la plus grande partie. Un relevé sur 1 m2 donne : *Thrincia tuberosa* (4-5), *Agrostis stolonifera* (3-5), *Panicum repens* (3-5), *Cynodon Dactylon* (1-5), *Plantago Coronopus* (1-2), *Gaudinia fragilis* (2-2), *Bromus hordeaceus* (1-1), *Lolium multiflorum* (+ 1). En s'étendant à 5 m2 on trouve *Trifolium fragiferum* (1-5), *Poa annua* (+ 2), *Carex divisa* (+ 2), *Ranunculus paludosus* (+ 1). Cette ceinture présente tous les faciès sur sa largeur ; il y a même plusieurs fois les faciès à *Agrostis* et à Trèfle Fraise qui se succèdent et s'imbriquent.

A partir de 500 mètres commence la zone à *Plantago* vivace qui fait le passage sur 15 mètres de large entre l'association *Thrincia-Panicum* et celle du centre de la merja. On traverse une zone mélangée de *Plantago Coronopus* + *Juncus bufonius* + *Polypogon maritimus* pour arriver au *Scirpus maritimus* et *Phragmites communis* plus ou moins dense (voir coupe n° 1).

Des coupes faites à partir des bornes 122 et 118 (voir coupe n° 2) montrent toujours la même succession sur la rive est de la partie nord de la Merja Si Mohamed. Coupe de la borne 132 vers le canal le long de la nouvelle plantation d'Eucalyptus, qui marque la limite nord du tiers collectif.

Partant de 100 mètres au nord du piquet 132, on se trouve pendant 100 mètres dans la ceinture à espèces annuelles avec quelques *Galactites tomentosa ;* la zone nette à *Galactites* commence à 150 pour finir à 200 mètres ; la ceinture à *Thrincia* et *Panicum* est peu nette et sur 100 mètres de large on parcourt une zone de transition. Le plantain domine bientôt, mais il est mélangé successivement avec les espèces annuelles de la ceinture supérieure, puis avec le *Melilotus segetalis*, et enfin, au-delà de 300 mètres prend son faciès définitif avec une couverture de 90 %. Sur 400 cm2 le relevé est le suivant : *Plantago Coronopus* (5-4), *Polypogon maritimus* (2-3) ; en étendant à 1 m2, on trouve *Gaudinia fragilis* (1-2), *Ranunculus trilobus* (1-2), puis sur 9 m2 *Melilotus segetalis* (2-2), *Plantago lagopus* (+ — 1). Chaque fois qu'il y a un petit monticule, on assiste à l'envahissement par *Thrincia tuberosa* et diverses espèces annuelles. Si par contre, on se rapproche d'un point bas, comme par exemple celui qui se trouve au bout du canal secondaire 2 km au nord de la Koubba de Si Mohamed, on constate le remplacement progressif et complet du plantain qui devient de plus en plus clair, par le *Polypogon maritimus* ou l'*Hordeum maritimum*, qui

Coupe N° 1 de la zone humide dans le Nord de la Merja Si Mohamed (1954)

Zone 1. Ceinture à annuelles
Zone 2. Intermédiaire
Zone 3. Ceinture à espèces vivaces (Thrincia + Plantago)
Zone 4. à Plantago Coronopus
Zone 5. à Scirpus maritimus + Polypogon monspeliensis + Pulicaria arabica
Zone 6. à Chenopodium rubrum + Atriplex hastata

Zone 7. à envahissement de Plantago + Rumex
Zone 7 b. à " " " sans Rumex
Zone 8. en cours d'envahissement par des espèces vivaces
Zone 9. Ceinture à espèces vivaces. faciès à Agrostis
Zone 9 b. " " " " Thrincia divers
Zone 10. à annuelles + galactites

disparaissent à leur tour pour laisser une plage nue au centre du point bas. L'association à *Plantago* couvre maintenant sur 2 km 500 la rive est au nord de Si Mohamed ben Mansour.

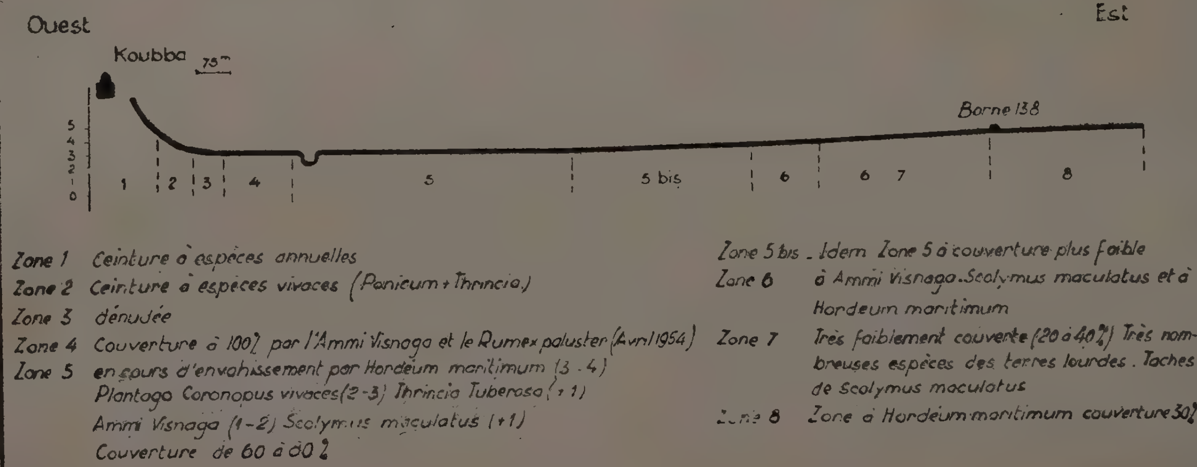
D'autres coupes ont été faites au sud de la Mosquée mais les limites des cultures ayant largement mordu sur les ceintures extérieures de la merja, on ne peut faire qu'une série d'analyses qui ont été citées dans le troisième paragraphe du chapitre IV (voir coupe n° 2).

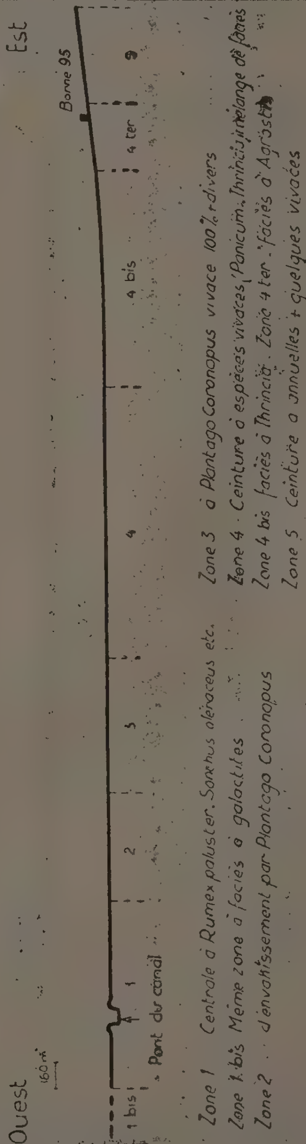
2°) *Coupes transversales de la Merja Daoura.*

Dans la zone sud, sur la rive est, une coupe entre la borne 95 qui limite le domaine public et le petit pont sur le canal, donne la succession suivante (voir coupe III) : la borne est au milieu de la ceinture à *Thrincia* et *Panicum* dans un faciès où dominent l'*Agrostis* et le Trèfle fraise. Puis de 100 à 500 m le *Thrincia* domine et l'on assiste jusqu'à 1.000 m à une succession de dominance de *Thrincia* et d'*Agrostis* ; de 1.000 à 1.200 m le *Plantago Coronopus* est intallé avec une couverture de 100 %, et mélangé à quelque espèces diverses (renoncules, *Ammi Visnaga*). De 1.300 à 1.500 m, on passe progressivement de la zone des plantains à celle à *Rumex paluster, Sonchus oleraceus*, etc... dans laquelle se sont installés des pieds de *Thrincia* et de graminées vivaces (voir coupe N° 3).

Une autre coupe sur la rive est peut être faite de la borne 87. Il y a sur 300 m une zone à espèces annuelles mélangées au *Thrincia*, puis passage progressif à la zone centrale qui est recouverte par une population végétale mentionnée dans l'analyse de la végétation de la zone centrale de la partie sud de la Merja Daoura.

Dans toute la partie nord-ouest de la merja, il n'y a pas de zone transitoire entre les associations riveraines et les populations végétales du centre. On passe assez brusquement de l'une à l'autre. Dans la zone nord-est, la végétation des rives a pris une très grande importance et le faciès *Agrostis* couvre de vastes surfaces. L'association s'éclaire petit à petit et s'enrichit en espèces annuelles, *Ammi Visnaga, Silybum, Polypogon monspeliensis, Scolymus* qui dominent de nombreuses espèces herbacées ; elle passe ensuite au peuplement du centre nord de la merja.


Coupe N°2 de la zone Sud de la Merja Si Mohamed (1954)
Ouest
Est
Koubba
75 m
Borne 138
0 1 2 3 4 5
1 2 3 4 5 5 bis 6 6 7 8
Zone 1 Ceinture à espèces annuelles
Zone 2 Ceinture à espèces vivaces (Panicum + Thrincia)
Zone 3 dénudée
Zone 4 Couverture à 100% par l'Ammi Visnaga et le Rumex paluster (Avril 1954)
Zone 5 en cours d'envahissement par Hordeum maritimum (3 - 4)
Plantago Coronopus vivaces (2 - 3) Thrincia Tuberosa (+ 1)
Ammi Visnaga (1 - 2) Scolymus maculatus (+ 1)
Couverture de 60 à 80 %
Zone 5 bis - Idem Zone 5 à couverture plus faible
Zone 6 à Ammi Visnaga. Scolymus maculatus et à Hordeum maritimum
Zone 7 Très faiblement couverte (20 à 40 %) Très nombreuses espèces des terres lourdes. Taches de Scolymus maculatus
Zone 8 Zone à Hordeum maritimum couverture 30 %


Coupe N°3 dans la partie Sud de la Merja Daoura (1954)
Ouest
Est
160 m
Borne 95
Pont du canal
1 bis
1
2
3
4
4 bis
4 ter
Zone 1 Centrale à Rumex paluster, Sonchus oleraceus etc.
Zone 1 bis Même zone à faciès à galactites
Zone 2 d'envahissement par Plantago Coronopus
Zone 3 à Plantago Coronopus vivace 100% + divers
Zone 4 Ceinture à espèces vivaces (Panicum, Thrincia) mélange de faciès
Zone 4 bis faciès à Thrincia. Zone 4 ter : faciès à Agrostis
Zone 5 Ceinture à annuelles + quelques vivaces

DOCUMENTATION CONSULTÉE

BRAUN-BLANQUET J. — Plant sociology. Mac Graw Hill Book Company. 1932.

CELERIER J. — Les merjas de la plaine du Sebou. Hesperis. 1922. Tome II.

EMBERGER L. — Aperçu général sur la végétation du Maroc. Mémoire hors-série de la Société des Sciences Naturelles du Maroc. Edition Huber. Berne. 1939.

EMBERGER L. — Notice phytogéographique sur une partie de la Meseta marocaine septentrionale. Institut Scientifique Chériten Imprimerie Causse. Montpellier. 1931.

FASSET NORMAN C. — A manual of aquatic plants. Mac Graw Hill Book Company. 1940.

JAHANDIEZ E. et MAIRE R. — Catalogue des plantes du Maroc. Tome I, II et III complétés. Imprimerie Minerva. Alger.

EMBERGER L. et MAIRE R. — Catalogue des plantes du Maroc. Tome IV complété. Imprimerie Minerva. Alger.

MAIRE R. — Flore de l'Afrique du Nord. Volumes I, II et III. 1952, 1953 et 1955. Paul Lechevalier. Paris.

QUEZÉL P. et RIOUX A. — La Notion de spectre en phytosociologie. Lejeunia. Revue de Botanique. Tome XIV. 1950.

REYNAUD-BEAUVERIE M.A. — Le milieu et la vie en commun des plantes. Paul Lechevalier. Paris.

SAUVAGE CH. et VINDT J. — Flore du Maroc. Fascicules 1 et 2. Travaux de l'Institut Scientifique Chérifien. Editions internationales. Tanger.

Atlas monographique marocain. — Le Rharb. Publication du Service de la Mise en valeur et du Génie Rural aux Imprimeries Françaises et Marocaines à Rabat.

Rapport du GTAT. — NEYRPIC sur a mise en valeur du Rharb. Merjas côtières en rive droite du Sebou. Assainissement et lotissement avant projet.

RENSEIGNEMENTS PERSONNELS

De très nombreux renseignements m'ont été fournis oralement par divers techniciens et agriculteurs, en particulier par : MM. BRYSSINE G. Chef du Laboratoire d'étude des sols au Centre de Recherches Agronomiques à Rabat.

COETAUX A. — Ingénieur subdivisionnaire à la subdivision hydraulique de Port-Lyautey.

DESCHAMPS. — Ingénieur des Ponts et Chaussées. Chef de l'arrondissement hydraulique de Rabat.

HERCHER. — Ingénieur principal des Services agricoles, Chef de la Circonscription agricole de Port-Lyautey.

MONZIES. — Colon à Port-Lyautey.

RAYNAL. — Professeur de géographie à l'Institut des Hautes études Marocaines.

SAUVAGE. — Chef du Laboratoire de Phanérogamie à l'Institut scientifique chérifien.

Des cartes, plans et photos ont été fournis par les représentants de la Direction des Travaux publics. Les plans au 1/5000 qui avaient été tirés par la GTAT pour le Génie Rural, ont été très aimablement communiqués de même que les cartes des sols au 1/20.000.

III. - LA VEGETATION NATURELLE DANS LES STATIONS EXPERIMENTALES DES MERJAS COTIERES DU RHARB

par

A. FOURY

Chef de la Station Centrale d'Etude et d'Amélioration des Plantes
du Centre de Recherches Agronomiques de Rabat

A. FOURY

III. - La végétation naturelle dans les stations expérimentales des merjas côtières du Rharb

I. — *Station Merja Daoura.*

On a laissé la végétation naturelle s'installer et se développer sur *un tiers de la surface de cette Station* qui se trouve dans la zone la plus fertile des vases exondées, et surtout la mieux asséchée, la nappe d'eau étant maintenue à plus de 1 m 50 de la surface. Il s'est installé une végétation luxuriante à base de plantes annuelles : *Rumex paluster Sm., Ammi Visnaga (L.) Lamk, Ammi majus L., Scolymus maculatus L.*, dont les pieds dépassent facilement 2 mètres. Des *Erigeron, Glaucium, Polypogon,* plantes annuelles, *Lippia,* vivace, etc..., forment la strate herbacée inférieure. Des plaques de *Cynodon Dactylon (L.) Pers.*, et *Agrostis stolonifera L.* ne sont installées çà et là et s'étendent.

A part les deux dernières espèces, qui ont heureusement tendance à s'étendre, les autres espèces n'ont malheureusement qu'un faible intérêt fourrager, et elles n'ont pas résisté à l'inondation.

II. — *Station Si Mohamed Ben Mansour.*

Dans cette parcelle, la progression de la végétation spontanée vivace a été pratiquement nulle à partir des rives, alors que la tache des *Phragmites* proche du canal s'est largement développée.

Le *Rumex paluster Sm.* a eu un développement faible en 1953.

L'*Atriplex hastata L.* a envahi une zone très importante de la Station.

Cette parcelle étant restée submergée une bonne partie de l'hiver et l'assèchement étant insuffisant, le maintien de la végétation, sans progression, est très facilement expliqué par ces conditions du milieu. Les quelques espèces fourragères repiquées ont été envahies par l'extension de la tache de *Phragmites communis L.*

D'autre part, la clôture de cette parcelle ayant été détruite, la végétation a été soumise à un pâturage complet par un bétail abondant, et la parcelle a dû être en fait abandonnée.

IV. - RESULTATS DES CULTURES DE PLANTES FOURRAGERES DANS LES STATIONS EXPERIMENTALES DES MERJAS COTIERES DU RHARB

par

A. FOURY

Chef de la Station Centrale d'Etude et d'Amélioration des Plantes du Centre de Recherches Agronomiques de Rabat

A. FOURY

IV. - Résultats des cultures de plantes fourragères dans les stations expérimentales des merjas côtières du Rharb

I. — *Station Merja Daoura.*

a) *Campagne* 1951-52.

En 1951-52, deux parcelles de 1.000 mètres carrés furent ensemencées en luzerne et trèfle blanc « Ladino » le 30 novembre 1951, à la dose de 30 kilos par hectare, à la volée.

Les espèces suivantes furent établies sur des parcelles de 1.000 mètres carrés par plantation de boutures ou d'éclats de touffe :

1°) *Pennisetum purpureum Schum et Thonn.* Napier (Types B et F).

2°) *Brachiaria mutica (Forsk) Stapf = Panicum muticum Forsk.* Herbe de Para, Herbe de Maurice.

3°) *Chloris Gayana Kunth.* Rhodes grass, Herbe de Rhodes.

4°) *Paspalum virgatum L.* Upright paspalum. Water couch.

5°) *Eragrostis curvula (Schrad) Nees.* Eragrostis courbé.

6°) *Pennisetum clandestinum Hochst ex Chiov.* Kikuyu grass. Kikouyou.

b) *Campagne* 1952-53.

Parmi les cultures fourragères tentées, les résultats observés ont été les suivants en seconde année (1952-1953).

Echec du *Chloris Gayana Kunth.*, de l'*Eragrostis curvula (Schrad) Nees* et du *Trèfle Ladino*, malgré de nouveaux repiquages et semis. Echec partiel du *Paspalum virgatum* dont les plants repiqués sur trois lignes en avril 1952 ont seuls résisté.

Réussite complète des cultures de *Napier, Kikuyu, Luzerne, Brachiaria mutica (Forsk) Stapf.* Ce dernier malgré une très forte attaque de Sésamie en 1952 a repris au cours de l'été 1953 et s'est très bien installé. Les stolons rampant sur le sol desséché en surface ne s'enracinent malheureusement pas.

Les *Napiers*, très verts et dépassant 2 mètres au début octobre 1953, ont une très belle végétation et les pieds rejettent admirablement. Ils ont subi une coupe pendant l'été 1953.

Le *Kikuyu* a envahi complètement sa parcelle et aucune herbe ne peut le concurrencer une fois installé. Il dépasse 0 m 40 de hauteur.

Les coupes effectuées sur la *luzerne* en 1952 n'ont pas été pesées. En 1953, quatre coupes ont été obtenues dont la troisième seule a été pesée.

Elle a donné le tonnage suivant : 13,3 = 1,5 tonnes en fourrage vert correspondant à 5,5 = 0,4 tonnes en fourrage sec par hectare. Si l'on admet que les coupes non pesées ont fourni un tonnage sensiblement équivalent on obtiendrait des résultats approximatifs de 53.200 kilos par hectare en fourrage vert ou 22.000 kilos par hectare en fourrage sec.

En outre des semis ont été faits en novembre 1952 avec les espèces suivantes :

Fétuque élevée (variétés Kentuky 31 *et Meknès)*,

Oryzopsis miliacea (*L.*) *Asch. et Schw.*,

Dactylis glomerata L.,

Ehrharta calycina Sm.,

Phalaris bulbosa L. (*Sélection C.R.A. Rabat et lignée Bou Khaoua*).

La levée des espèces suivantes a été bonne et rapide :

Fétuque élevée et *Phalaris bulbosa L.*

La *Dactyle* a eu une levée incomplète, mais a bien végété.

L'*Oryzopsis* a levé beaucoup plus tardivement et a eu une végétation peu importante.

L'*Ehrharta* a eu une bonne levée, mais une végétation faible.

Les espèces suivantes ont passé l'été dans de bonnes conditions de végétation : *Phalaris* et *Fétuques*, la plus belle restant la *Fétuque Kentucky* 31.

Les Dactyles ont disparu après la récolte des graines.

L'*Oryzopsis miliacea* (*L.*) *Asch. et Schw.* est resté petit (0 m 30), mais a produit des graines.

L'*Ehrharta calycina Sm.* a été très envahi par la végétation spontanée.

Il semble donc que, parallèlement à la multiplication naturelle ou artificielle des plantes stolonifères ou rhizomateuses, on puisse introduire des espèces fourragères telles que *Fétuques* ou *Phalaris*.

A la suite des premières indications fournies par cette expérimentation, le Trèfle blanc « Ladino » a été remplacé par le Trèfle fraise, le *Chloris Gayana Kunth* par l'*Ehrharta calycina Sm.* et le *Paspalum virgatum L.* par le *Paspalum dilatatum Poiret*, dans les grandes parcelles de 1.000 mètres carrés.

Résultats de 1953-1954.

D'une façon générale, les résultats des campagnes agricoles précédentes ont été confirmés.

Resultats de 1954-1955.

Au cours de cette campagne, d. très importantes inondations se produisirent dans le Rharb. Les parcelles expérimentales furent submergées pendant plus d'un mois en février-mars 1955. Les observations faites par la suite montrèrent que, de toutes les plantes de grande culture et fourragères essayées, le Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) résista seul d'une façon parfaite. En outre *Brachiaria mutica, Phalaris bulbosa L.* (*lignée Bou Khaoua*) et quelques touffes de *Napier* résistèrent à l'inondation, mais ils ne fournirent qu'une végétation faible au cours de l'été 1955.

Par contre, le rendement du Kikuyu en fourrage vert à l'hectare s'est élevé à :

Première coupe (20 mai 1955)	32.600 kg
Deuxième coupe (11 août 1955)	25.200 kg
Troisième coupe (28 octobre 1955)	54.600 kg
Total	112.400 kg

pour trois coupes et sans aucune irrigation.

En conclusion le Kikuyu en plantation de bonne heure à l'automne semble donc très intéressant, tant que les terres restent suffisamment legères en surface.

Résultats des plantations arbustives sur cultures fourragères.

De part et d'autre des cultures fourragères dont il vient d'être rendu compte, il avait été établi deux grandes parcelles comportant des plantations d'arbres au-dessus de cultures fourragères.

1°) La première comprenait, au-dessus d'une plantation d'*Atriplex Halimus L.* les espèces suivantes : *Casuarina glauca Sieb., Eucalyptus occidentalis Endl., Eucalyptus saligna Sm. = Eucalyptus grandis Maiden.*

2°) La seconde comprenait, au-dessus d'un tapis herbacé d'*Agrostis*, deux espèces d Eucalyptus, dont l'une est proposée comme fourragère : *Eucalyptus globulus Labill. et Eucalyptus cladocalyx F. von Mueller.*

Les plantes fourragères devant constituer la strate inférieure n'ont pas réussi. Par contre, les *Eucalyptus occidentalis Endl.* et *saligna Sm.* = *grandis Maiden* ont été une réussite éclatante. Ils ont fourni de beaux spécimens de plus de 4 mètres de hauteur. Les *Eucalyptus globulus Labill.* et *cladocalyx F. von Mueller* ont donné de moins bons résultats et ont eu une reprise moins bonne : la première année de plantation, la végétation spontanée a envahi leur parcelle et étouffé quelques-uns d'entre eux. Depuis, ces deux espèces n'ont jamais regagné leur retard sur les deux premières. Il faut signaler l'action de la submersion du début de 1955, qui causa la mort de quelques arbres dans toutes les espèces cultivées.

II. — *Station Merja Si Mohamed Ben Mansour.*

Les espèces fourragères repiquées dans cette station se trouvaient à proximité de la tache de *Phragmites* et ont été envahies par ce dernier.

V. - ESSAIS DE MISE EN CULTURE A LA STATION EXPERIMENTALE DE LA MERJA DAOURA

par

W. HUTTER

Ingénieur Principal des Services Agricoles
à la Station Centrale d'Ecologie et d'Agronomie
du Centre de Recherches Agronomiques

W. HUTTER

V. - Essais de mise en culture à la Station Expérimentale de la Merja Daoura

L'expérimentation entreprise à la Station de la Merja Daoura avait principalement pour but l'étude de l'évolution du sol sous l'effet de la mise en culture. D'ailleurs, la faible superficie de la Station et les moyens tant en personnel qu'en matériel ne permettaient pas l'implantation d'essais culturaux rigoureux.

Compte tenu de ce but, les espèces cultivées ont été choisies en fonction du degré de couverture du sol qu'elles assurent. Deux catégories ont été établies :

1° — Espèces cultivées à faible écartement, assurant une couverture continue du sol, soit : orge, lin, bersim.

2° — Espèces cultivées à grand écartement, formant une couverture discontinue du sol, soit : maïs, cotonnier, ricin, fèves.

Ces cultures ont été incluses dans une rotation sexennale.

Une parcelle a été laissée en jachère nue travaillée permanente, correspondant à l'absence de couverture du sol.

Pour chaque espèce, deux modes de travail du sol ont été comparés :

1° — Travail du sol avec retournement, c'est-à-dire « labour » exécuté avec une charrue à soc ;

2° — Travail du sol sans retournement, c'est-à-dire « quasi-labour » ou scarifiage, exécuté avec un appareil à dents.

Enfin, pour chaque espèce et chaque mode de travail du sol, une parcelle a reçu une fumure minérale NPK (voir tableau I) et une autre parcelle a été laissée sans engrais.

L'essai comprend donc 6 soles divisées chacune en 4 parcelles (soit 24 parcelles couvrant au total 1 ha 50). Chacune de ces 4 parcelles reçoit l'un des 4 traitements :

1 — Labour avec engrais,

2 — Labour sans engrais,

3 — Quasi-labour avec engrais,

4 — Quasi-labour sans engrais.

Au cours des campagnes successives, chaque parcelle reçoit toujours le même traitement, mais porte tour à tour chacune des six cultures de la rotation.

Après l'assèchement de la merja, le sol se couvrit rapidement d'une végétation abondante et luxuriante composée en majeure partie d'espèces annuelles, végétation qui se développe à la fin de l'hiver et au printemps.

Il a paru intéressant de suivre l'évolution de cette végétation sous l'effet des pratiques culturales.

Lors de la mise en culture, quelques taches de chiendent, peu étendues existaient. Ces taches ont été extirpées (1) des parcelles mises en culture.

Au début de la troisième campagne (octobre 1953), les observations suivantes ont été faites :

Sole 1 ayant porté Fèves en 1951-52, Orge en 1952-53, et

Sole 2 : Orge - Lin : levées spontanées clairsemées, un peu plus abondantes sur « quasi-labour » que sur « labour ».

Sole 3 ayant porté Lin en 1951-52, Bersim en 1952-53 : végétation spontanée clairsemée sur labour, nettement plus dense sur « quasi-labour ».

Sole 4 ayant porté Bersim en 1951-52, Ricin en 1952-53 et sole 5 ayant porté Cotonnier en 1951-52, maïs en 1952-53 : végétation spontanée dense sur « labour », très dense sur « quasi-labour ».

Sole 6 ayant porté maïs en 1951-52, fèves en 1952-53 : végétation clairsemée sur « labour », dense sur « quasi-labour ».

Au cours de l'année 1953-54 de nombreux désherbages ont été nécessaires dans le Ricin (sole 3), le Maïs (sole 4) et les Fèves (sole 5), particulièrement sur le quasi-labour.

Au début de la quatrième campagne (1954-55) les soles 1 (Fèves, Orge, Lin), 2 (Orge, Lin, Bersim) et 6 (Maïs, Fèves, Orge) peuvent être considérées comme nettoyées. Les levées spontanées y sont très clairsemées et facilement arrêtées par les labours.

Après les inondations de février-mars 1955, des levées spontanées se produisent sur toutes les soles, mais sont nettement moins denses sur les soles 1, 2 et 6. Ces levées sont enfouies par un labour donné fin avril. Après ce labour, la sécheresse estivale empêche les levées d'herbes. A l'automne 1955, les observations ne purent être reprises, l'agent qui en était chargé ayant été mobilisé et n'ayant pas pu être remplacé. Le 20 mars 1956, après trois semaines d'inondation (du 17 février au 10 mars environ), les parcelles « quasi-labour » sont totalement envahies par la végétation spontanée, tandis que dans les parcelles « labour », on n'observe qu'une végétation très clairsemée.

(1) Lors des labours et, à la fin de la deuxième campagne, cette espèce avait pratiquement disparu.

D'une façon générale, les espèces cultivées sur la merja se sont parfaitement accommodées des conditions locales. Cependant on a noté :

— sur orge, une très forte verse, due vraisemblablement à la très grande richesse en azote du sol,

— sur lin, des attaques de rouille, particulièrement intenses en 1952-53.

Le froid hivernal provoque un arrêt net de la végétation du bersim et des fèves. Mais les cultures repartent dès que la température se radoucit et prennent un excellent développement. Le parasitisme s'est avéré, dans les conditions des essais (1), un obstacle à la culture du maïs (sésamie) et du cotonnier (éarias). Pour le cotonnier, la végétation était particulièrement vigoureuse, mais la récolte qui s'annonçait prometteuse (estimée à environ 20 quintaux à l'hectare) a été totalement anéantie.

Enfin le ricin n'a pas donné d'excellents résultats. Pour des raisons qui n'ont pu être exactement déterminées, la récolte fut beaucoup plus tardive que l'on ne prévoyait et fut, en partie, détruite par le froid.

Par ailleurs, le comportement particulier du sol crée quelques difficultées à la levée. La couche superficielle du sol (de 0 à 5 centimètres environ) se dessèche très rapidement après une pluie. Par suite, le bersim, dont la semence ne peut être enterrée profondément, ne lève convenablement que si au semis succède une assez longue période de pluies. Pour les cultures de printemps, lorsque le semis ne peut être effectué assez tôt pour profiter des pluies de la fin de l'hiver, il est nécessaire d'enterrer assez profondément les semences, ce qui ralentit le départ de la végétation.

Si, pour les cultures d'automne (sauf cas particuliers comme le bersim), les semis ne présentent pas de difficultés particulières, pour les cultures de printemps, la technique du semis devra être étudiée par des essais portant à la fois sur l'époque et sur le mode de semis.

Le tableau I indique les rendements obtenus. Le maïs et le cotonnier n'ont donné aucune récolte en raison du parasitisme intense. Le ricin, trop tardif, a vu ses récoltes détruites par le froid.

En 1951-52, l'orge fut ravagée en quelques heures par un vol de moineaux.

En 1953-54, le lin fut étouffé par les levées d'orge dues aux pertes de grains de la récolte précédente.

En 1954-55 enfin, les cultures d'automne (orge, lin, fèves, bersim) furent anéanties par les inondations de février-mars 1955 durant les-

(1) Du fait que les parcelles expérimentales étaient les seules parcelles cultivées dans toute la merja en défens.

quelles le sol est resté sous l'eau pendant près de six semaines. Lorsqu'il fut possible d'entreprendre les semis de printemps, la couche superficielle du sol etait déjà desséchée. Aucune pluie suffisante n'intervenant, les cultures de printemps (maïs, ricin et vignas) ne levèrent pratiquement pas.

TABLEAU I

RENDEMENTS DES CULTURES

Rendements en quintaux-hectare

Travail du sol		Labour		Quasi-Labour		Moyennes par Espèce par Année
Espèces	Fumure Années	Avec engrais [2]	Sans engrais	Avec engrais [2]	Sans engrais	
Orge 077	1952/53	18,8	15,3	14.2	12,4	15,2
	1953/54	20,6	20,0	20,0	19,3	19,9
	Moyenne	19,7	17,6	17,1	15,8	17,5
Fèves 247 ...	1951/52	19,2	10,8	7,6	3,6	10,3
	1952/53	25,8	23,9	13,5	15,5	19,2
	1953/54	32,9	24,2	10,2	19,4	21,7
	Moyenne	25,9	19,6	10,4	12,1	17,1
Lin 0196	1951/52	10,0	9,6	9,2	9,2	9,5
	1952/53	4,7	4,0	3.9	3.4	4,0
	Moyenne	7,3	6,8	6,5	6,5	6,7
Ricin Conner	1952/53 [1]	11,8	5,0	2,3	1.0	5,0

(1) Rendement en coques, première récolte ; la deuxième récolte, trop tardive, a été détruite par le froid. Le rendement en graines est en moyenne de 68 % du rendement en coques.

(2) Fumures en kg/ha :

Orge et Lin : Sulfate d'ammoniaque : 100 kg/ha apportés avant semis ; Superphosphates : 400 kg/ha ; Sulfate de potassium : 100 kg/ha.

Fèves : Superphosphates : 400 kg/ha apportés avant semis ; Sulfate de potassium : 100 kg/ha.

Ricin : comme orge et lin ; plus ; en cours de végétation, 100 kg/ha de Sulfate d'ammoniaque.

L'examen des résultats (tableau I) fait apparaître nettement l'avantage du labour sur le quasi-labour, relativement au rendement. On observera toutefois que cet avantage est beaucoup plus marqué sur les fèves et le ricin que sur l'orge et surtout sur le lin.

L'action de la fumure est, d'une façon générale, moins nette que celle du travail du sol. Sur orge, la fumure NPK a eu une action nette en 1952-53, presque nulle en 1953-54. Sur lin la fumure a été sans action. Par contre sur fèves et sur ricin, l'action de la fumure sur les rende-

ments est très marquée. Sur fèves, la fumure a toujours eu une action favorable sur le labour ; sur quasi-labour cette action est nulle et même négative en 1953-54.

Il semble qu'outre l'action directe du travail du sol ou de la fumure sur le rendement de la culture, il y ait lieu de tenir compte de l'intervention de la végétation adventice. La végétation spontanée se développe surtout à la fin de l'hiver. A ce moment, l'orge et le lin ont entièrement couvert le sol de sorte que la végétation spontanée ne peut se développer suffisamment pour concurrencer la culture. Par contre dans les fèves et plus encore dans le ricin, qui ne couvrent pas entièrement le sol, la végétation spontanée se développe vigoureusement et peut concurrencer d'une façon notable la culture. Il semble qu'il faille voir dans ce fait l'explication de l'avantage spectaculaire du labour sur le quasi-labour. Nous avons vu, en effet, que le labour permet de lutter plus efficacement contre l'envahissement des cultures par les mauvaises herbes.

Compte tenu du but poursuivi (étude de l'évolution du sol) et compte tenu de ce que l'éloignement de la station joint aux faibles moyens disponibles tant en personnel qu'en matériel ne permettaient pas l'implantation d'essais comparatifs très rigoureux, on peut retenir des observations faites à la Station de la Merja Daoura depuis 1951-52 les indications suivantes :

1°) L'abondance et la vigueur de la végétation spontanée impose, lors de la mise en culture, certaines précautions si l'on veut arriver à nettoyer rapidement les terres de culture. Ceci est important car la végétation spontanée se développant rapidement et vigoureusement peut réduire notablement les rendements sinon étouffer complètement les cultures.

Il importe donc, les premières années, de ne semer que des cultures d'automne couvrant bien le sol, en particulier les céréales d'automne, et de travailler le sol par un véritable labour le retournant bien et enfouissant complètement les levées spontanées.

2°) Sous cette réserve, la plupart des cultures peuvent être tentées avec succès dans les conditions actuelles de la merja.

Il y a lieu de retenir cependant que :

a) Le parasitisme s'est avéré un obstacle à la culture du maïs et du cotonnier dans les conditions des essais (parcelles isolées de petite surface). Rappelons que, en ce qui concerne le cotonnier, on connaît maintenant le moyen de lutter contre l'éarias ;

b) Le comportement particulier du sol (dessèchement rapide de la couche superficielle) crée des difficultés au semis de cultures à très petites graines (bersim par exemple) ainsi qu'au semis des cultures de printemps pour lesquelles il y aura lieu de préciser par des essais comparatifs l'époque et le mode de semis.

3°) Outre qu'il s'avère le meilleur moyen de destruction des mauvaises herbes, le labour parait susceptible d'assurer en général un

meilleur rendement et une meilleure utilisation des engrais que le quasi-labour. Ceci est particulièrement net pour les fèves et le ricin.

En ce qui concerne la fumure, il y a lieu de retenir que l'on a affaire à une terre exceptionnellement riche, particulièrement en azote, de sorte que les premières années l'apport d'engrais peut ne pas être immédiatement utile, pour l'orge et pour le lin. Par contre, la fumure a augmenté notablement le rendement des fèves sur « labour ».

4°) Mais le véritable problème de la mise en culture des merjas est surtout d'ordre pédologique. Il convient, en effet, d'orienter l'évolution du sol dans un sens propre à éviter l'apparition de caractères défavorables. L'étude de M. G. Bryssine donne à ce sujet d'utiles indications.

HUTTER Willie.

N.B. — L'exécution des travaux culturaux a été assurée par M. L. Piezeplorka, chef de pratique agricole.

VI. - ETUDE SUR L'EVOLUTION DU SOL DE LA STATION EXPERIMENTALE DE LA MERJA ED DAOURA

par

Georges BRYSSINE

Chef de la Station Centrale d'Etude du Milieu du Centre
de Recherches Agronomiques de Rabat

Georges BRYSSINE

VI. - Etude sur l'évolution du sol de la Station Expérimentale de la Merja Ed Daoura

INTRODUCTION

L'assèchement des merjas côtières du Rharb qui s'étendent de Port-Lyautey jusqu'à Moulay Bou Selem, a posé le problème de leur mise en valeur et en particulier celui de la recherche de la technique culturale propre à ces terres exondées.

Dans la « Note sur les merjas côtières du Rharb » (1), où nous avons exposé brièvement les premiers résultats de nos prospections effectuées en 1949, nous avons insisté sur ce fait que les terres des merjas qui n'étaient pas encore à l'époque des sols dans le sens agricole du mot, devaient évoluer vers un type de sol compatible avec des nouvelles conditions physiques du milieu. Dans cette note nous avions mis en évidence un certain nombre de caractères qui résultaient de leur mode de formation dans le milieu aquatique et qui devaient subir des changements dans le milieu assaini. C'étaient en particulier : taux élevé de la matière organique totale brute, grande porosité, forte teneur en eau capillaire, salure élevée, présence des composés réduits.

Les études sur place et les déterminations au laboratoire nous ont permis d'avancer des hypothèses quant à l'évolution future de ces terres. Nous avons pensé que leur transformation sera traduite surtout :

a) par la disparition progressive de la matière organique totale brute, en partie par sa minéralisation et en partie par son humification,

b) par la diminution de la porosité et par le tassement consécutif de ces sols,

c) par l'abaissement du taux d'eau capillaire,

d) par le dessalage au moins partiel de ces terres,

e) par l'oxydation des composés réduits.

C'est probablement dans cette direction qu'ont évolué les sols de la merja Merktane, asséchée depuis longtemps et dont les profils rappellent encore ceux des merja côtières. Or, cet exemple montre que l'évolution naturelle des dépôts de cette merja les a conduit vers un type du sol (tirs gris) dont l'exploitation agricole s'avère très difficile.

(1) Travaux de la Section de Pédologie de Société des Sciences Naturelles du Maroc T. I. 1950.

Avant de rechercher les bases de la mise en valeur de ces terres et de leurs améliorations éventuelles, il a fallu d'abord vérifier les hypothèses énoncées plus haut. Dans ce but nous avons entrepris l'étude systématique sur l'évolution des terres de deux stations installées dans les merjas côtières, l'une dans la merja Ed Daoura, dans les terres déjà bien asséchées (Station Nord), l'autre dans la merja Sidi Mohammed Ben Mansour, dans les terres encore bien humides (Station Sud).

Cette étude comportait :

a) recherches sur l'évolution des caractères des sols et en particulier de leurs propriétés physiques,

b) recherches sur la dynamique de l'eau et des sels au cours de l'année,

c) recherches sur l'influence des traitements culturaux sur les caractères des sols.

Dans le présent travail nous donnons le compte rendu des études faites dans la Station Nord au cours des années 1951-1955, où nous avons pu suivre d'une manière suffisante notre programme d'études. Par contre ce dernier n'a pas pu être réalisé entièrement dans la station Sud à cause des circonstances indépendantes de notre volonté (manque du personnel et des moyens techniques, éloignement de Rabat).

Ce travail comprend trois parties. Dans la première nous passons en revue les changements des caractères des profils survenus entre 1951 (date de la mise en place des essais) et 1953. Dans la deuxième nous étudions l'évolution de la couche arable de ces terres sous l'effet de différents traitements et dans la troisième la dynamique de l'humidité et de la salure au cours de quatre années d'observation (1951-1955).

PREMIERE PARTIE

Evolution des profils du sol des merjas :

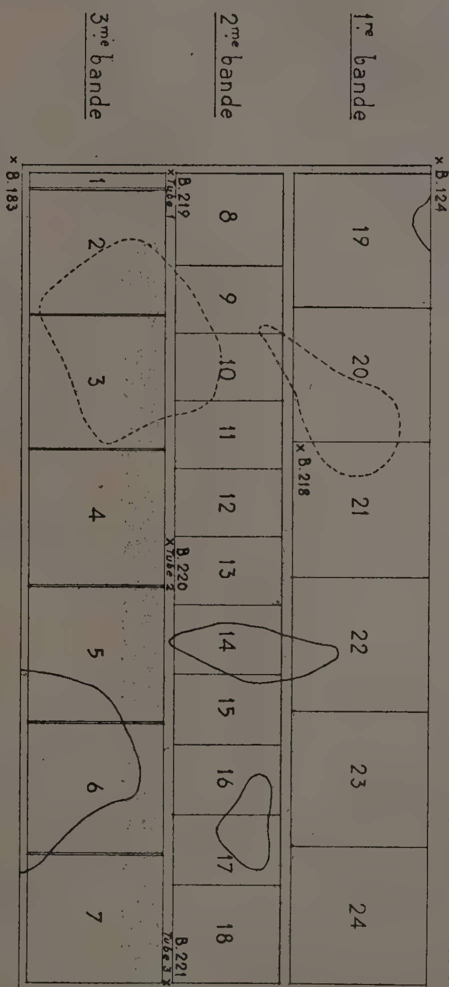
L'étude des terres de la Station nord, faite par M. R. Jaminet au mois de juin 1951, avant la mise en place des essais culturaux, nous révèle des profils déjà évolués par rapport aux dépôts primitifs des merjas décrits dans la « Note sur les merjas côtières du Rharb » (1). Voici la description morphologique des deux profils (voir le plan de la station).

1°) *Profil B-183*, au sud de l'îlot Si Hammou dans la merja, plan d'eau à 115 cm (voir le plan de la station).

0-5 Argileux calcaire, gris-clair, de nature motteuse polyédrique moyenne (qui varie de « moyenne » à « fine »), poreux, de dureté moyenne.

5-15 Argileux calcaire, gris-brun, de nature motteuse plane (feuilletée en plaquettes), poreux, de dureté moyenne.

Comparer les profils B-183 et B-184 aux profils B-135 et 140, décrits dans cette note


PLAN DE LA STATION EXPERIMENTALE DE LA MERJA ED-DAOURA
1re bande
2me bande
3me bande
× B.124
× B.183
B.219 × Tube 1
× B.218
B.220 × Tube 2
B.221 × Tube 3
19
20
21
22
23
24
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
1
2
3
4
5
6
7
_Cultures annuelles 1-7
_Cultures fourragères 9-17
_Végétation naturelle 19-24 ; avant 1957 cette bande a été divisée en trois parcelles : 19 (19 et 20), 20 (21 et 22), 21 (23 et 24)
_Boisement 8 et 18
CANAL D'ASSECHEMENT

15-30 Argileux calcaire, gris-foncé, de nature motteuse prismatique grossière, compact, cohérent, de dureté élevée, avec des plages rougeâtres dans les fentes.

30-55 Argileux calcaire, de nature fondue amorphe très humide (boueux), avec tendance vers une structure plane, compact, traînées rouges horizontales et verticales.

55-80 Argileux calcaire, gris, de nature fondue amorphe très humide (boueux), compact, rouge à l'emplacement des radicelles.

80-105 Argileux calcaire, gris-noir, de nature fondue amorphe humide, paraît assez poreux.

105 + Id., noir.

2°) *Profil B-184,* près de l'îlot Si Hammou, en bordure de la merja, plan d'eau à 180 cm (voir le plan de la Station).

0-5 Argileux calcaire, grisâtre, fendillé, de nature motteuse tétraédrique assez fine (fragmentaire), avec tendance vers une structure plane, peu cohérent, de dureté élevée.

5-15 Id., de nature motteuse polyédrique moyenne, poreuse, peu cohérent, de dureté faible.

15-35 Argileux, gris-foncé, de nature motteuse cubico-polyédrique très grossière, compact, moyennement cohérent, de dureté élevée ; taches rougeâtres.

35-55 Argileux, gris, de nature poreuse polyédrique très grossière, spongieux, taches rouges plus jaunâtres, de dureté moyenne.

55-80 Argileux, gris-noir, de nature motteuse cubico-polyédrique très grossière, compact, de dureté élevée.

80-90 Id., assez spongieux.

90 + Argileux, noir, de nature fondue amorphe, très humide.

Pour compléter la description de ces profils, nous reproduisons dans le tableau I la composition physique de ces sols. D'après ce tableau ce sont des terres essentiellement argileuses et calcaires. En effet, le taux d'argile varie autour de 48 % et celui de calcaire autour de 35 %, tandis que le taux de fraction limoneuse ne dépasse pas généralement 20 %. On remarque aussi la pauvreté de ces terres en éléments plus grossiers, sableux. La répartition des fractions de l'analyse mécanique dans les profils paraît uniforme. On peut noter que cette composition physique est caractéristique pour la plupart des terres argileuses du Rharb. Ces profils se distinguent par contre des autres sols de cette région par leur richesse en matière organique : le taux d'humus total (calculé d'après la teneur en carbone) dépasse 10 % dans les premiers 15 cm, celui d'humus (soluble dans les alcalis) 3 % et celui d'azote 8 %. Au-dessous de cet horizon leurs taux moyens respectifs oscillent entre 7,9 % (B-183) et 8,9 % (B-184) pour la matière organique totale, de 2,7 % (B-183) à 3,2 % (B-184) pour l'humus, de 5,7 % (B-183) à 6,0 % (B-184) pour l'azote.

En automne 1953, nous avons profité de la réfection de nos puits de surveillance de la nappe pour procéder de nouveau à l'analyse morphologique des profils. Ces derniers se présentaient alors de la manière suivante :

TABLEAU I

Composition physique

N°	Profondeur	Fe_2O_3 % ×)	Cailloux %	Analyse mécanique: Argile	Limon	Sable fin	Sable grossier	Calcaire	Matière organique C × 1,727 %		Humus %	
B-183	0-5	2,63	0	46,0	13,7	0,8	0,6	38,3	11,95	10,44	4,26	3,48
	5-10	2,21	0	46,2	13,4	2,2	0,5	34,8	9,69		3,09	
	10-15		0	46,4	13,4	1,1	0,5	41,2				
	15-30	2,11	0	49,1	10,2	3,2	1,4	33,0	5,55		2,67	
	30-55	2,18	0	49,2	10,7	0,5	0,5	35,6	7,89		2,83	
	55-80	2,19	0	48,0	16,0	3,0	1,1	29,4	9,45		2,75	
	80-105	2,50	0	37,5	16,7	1,3	0,5	40,7	8,59		2,37	
B-184	0-5	2,32	0	43,2	19,2	1,6	0,3	35,5	10,41	10,38	4,14	4,27
	5-15	2,24	0	46,8	19,6	1,4	0,8	32,9	10,36		4,33	
	15-35	2,29	0	45,8	11,8	3,2	1,3	36,2	7,65		2,87	
	35-55	2,19	0	49,1	6,5	1,9	0,3	39,5	7,91		2,65	
	55-80	2,19	0	48,2	14,6	1,3	0,3	31,8	8,85		2,91	
	80-90	1,96	0	46,9	9,2	1,9	0,8	39,6	9,65		3,13	
	90 +	1,92	0	56,2	21,9	2,2	0,8	16,5	12,35		5,52	

1°) *Profil B-219.* Parcelle expérimentale. Puits I ; octobre 1953 ; G. Bryssine (voir le plan de la Station).

0-10 Argileux calcaire, gris-clair (5Y 6/1), fondu amorphe, peu cohérent, qui s'effritte en mottes polyédriques, à tendance plane, compactes, légères, de dureté. Débris de coquilles. Taches jaunâtres très rares.

10-25 Argileux calcaire, gris légèrement brunâtre (2,5 Y. 6/2), fondu, moyennement cohérent, s'effrittant en mottes cubico-polyédriques, grossières, compactes, avec quelques pores tubulaires. Par place, petites mottes dures, accolées aux grandes.

25-90 Argilo-calcaire, gris-clair (5 Y 6/1) en haut (25-75), plus clair en bas (5 Y 7/1), fondu cohérent, avec lentilles blanchâtres (25-50) qui s'effritent en mottes polyédriques à tendance plane, grossières, légères, compactes, avec quelques pores tubulaires grossiers, de dureté élevée, très grossier et cohérent (en colonnes massives) qui s'effritent en mottes moyennement lourdes, compactes, avec pores tubulaires assez rares ; prismatico-polyédrique de 50 à 75 cm, cubico-polyédrique plus bas (75-90). Pas de débris de coquilles ; taches brun-rougeâtre (5 YR 5/4) assez peu répandues dans la partie supérieure (25-50) deviennent très nombreuses et de couleur brune (7 5YR 5/6) entre 50 et 75 cm et disparaissent vers le bas (75-90). Fentes entre 35 et 95 cm.

2°) *Profil B-220.* Parcelle expérimentale. Puits 2 (centre de la parcelle) (voir le plan de la Station).

0-5 Argileux calcaire, gris-clair (5Y 6/1), fondu massif, faiblement cohérent, s'effritant en mottes polyédriques fines de dureté élevée ; riche en débris organiques et en débris de coquilles.

5-20 Argileux calcaire, gris-clair (5Y 7/1), fondu, massif, peu cohérent, s'effritant en mottes polyédriques moyennes et fines, à tendance plane, légères, compactes, avec quelques pores tubulaires, de dureté élevée.

20-85 Argileux calcaire, gris-clair (5Y 6/1), cohérent, motteux prismatique grossier (en colonnes massives), taches et lentilles blanchâtres en haut (20-30). Au prélèvement, mottes grossières assez lourdes, polyédriques en haut (20-55), cubico-polyédrique en bas (55-90) ; moyennement poreuses en haut, elles deviennent progressivement compactes vers le bas, de dureté élevée. Nombreuses taches rouge-jaunâtre (5Y 5/6) qui disparaissent au-dessus de 55 cm après avoir été très nombreuses entre 40-55. Humide à partir de 55 cm.

85-130 Argileux calcaire, gris-clair (5Y 7/1) en haut (85-110), avec lits foncés (noirâtres) friables, gris-foncé (5Y 4/1) ; en bas (110-130), motteux prismatique moyen, assez léger, plages gris-foncé, finement poreuses.

130 + Argileux calcaire, gris-clair (5Y 7/1) cohérent, motteux prismatique moyen, assez léger, compact.

3°) *Profil B-221*. Puits 3 (près du canal).

0-5 Argileux calcaire, gris-clair (5Y 6/1), fondu massif, faiblement cohérent, s'effritant en mottes polyédriques fines, à tendance plane, de dureté élevée, riche en débris organiques et en débris de coquilles.

5-30 Argileux calcaire, gris-clair (5Y 7/1), fondu massif, moyennement cohérent, s'effritant en mottes polyédriques moyennes et fines, plus grossières vers le bas (20-30), à tendance plane, légères compactes, avec quelques pores tubulaires, de dureté élevée ; taches rouges-jaunâtre.

30-90 Argileux calcaire, blanc (5Y 8/1) en haut (30-70), gris-clair (5Y 7/1) en bas (70-90), cohérent, motteux prismatique grossier (en colonnes massives) qui s'effrite en mottes polyédriques grossières, à tendance cubique ou plane, compactes, assez lourdes, de dureté élevée. Taches jaune-rougeâtre (5YR 6/6) entre 30 et 45 cm, qui disparaissent au-dessous de 45 cm.

90-125 Tourbeux, mélangé à l'argile.

125 + Argileux calcaire, gris-foncé (5Y 4/1), cohérent, motteux, moyennement prismatique, à mottes compactes, lourdes, de dureté élevée. Taches jaune-brunâtre (1OYR 6/6).

4°) *Profil B-218*. Octobre 1953. G. Bryssine.

0-7 Argileux fortement calcaire, gris-clair (5Y 6/1), fondu massif, de dureté moyenne qui s'effrite en mottes polyédriques fines à tendance plane (feuilletée), compactes, de forte consistance ; riche en débris organiques et débris de coquilles, taches jaune-rougeâtre (7, 5YR 6/6).

7-12 Argileux fortement calcaire, gris légèrement brunâtre (2, 5Y 6/2) motteux plan très grossier et épais, avec quelques mottes planes minces, moyennement poreux grossier, tubulaire et cavitaire ; mottes légères, dures ; horizon assez cohérent ; débris de coquilles ; taches jaune-rougeâtre dans les fentes (7,5 YR 6/6).

12-30 Argileux calcaire, gris-clair (5Y 6/1), fondu massif, fortement cohérent, s'effritant au moment du prélèvement en mottes polyédriques grossières lourdes à tendance prismatique, assez compactes, de dureté élevée, avec quelques pores tubulaires ; débris de coquilles, nombreuses taches brun-rougeâtre (5YR 5/4).

30-90 Argileux calcaire, gris clair (5Y 6/1), cohérent, motteux prismatique très grossier (en colonnes), qui s'effrite en mottes prismatico-cubiques, à tendance tétraédrique, légères, moyennement poreuses tubulaires, de dureté élevée en haut (30-50), en mottes polyédriques lourdes, vers le bas (50-85). Peu de débris de coquilles en haut, pas en bas. Nombreuses taches rouge-jaunâtre (5YR 4/6) qui disparaissent à partir de 50 cm. A partir de 85 cm l'horizon devient fondu (humide ?), massif.

90-105 Couche d'aspect tourbeux gris foncé (10 YR 4/1), légère, compacte, peu résistant à écrasement, s'effrite facilement en poussière.

105 + Argileux calcaire, gris (5Y 5/1), fondu au moment du prélèvement (humide à tendance cubico-plane, à mottes lourdes, compactes avec pores tubulaires.

L'évolution des sols ressort encore davantage si l'on compare les données analytiques de deux séries des profils, la série de 1951 (B-183 et B-184) et la série de 1953 (B-218, B-219, B-220 et B-221).

Il faut remarquer d'abord que le degré d'assemblage des particules élémentaires (argileuses, limoneuses, calcaires) de ces terres en *agrégats stables dans l'eau* était très élevé. En effet, la grosseur moyenne de ces agrégats, constitués de particules élémentaires inférieures à 0,2 mm et représentée par le symbole Gaf (en mm), dont la valeur est calculée d'après les résultats du tamisage humide, oscillait en 1951 entre 4,07 mm (B-183) et 3,42 mm (B-184) dans les horizons supérieurs (0-15) et entre 4,91 mm (B-183) et 4,23 mm (B-184) au-dessous (15-80) (voir aussi le tableau II a). Ce sont les chiffres de Gaf les plus élevés que nous avons trouvé jusqu'à présent au Maroc. Nous donnons ici à titre d'exemple quelques valeurs de cet indice pour les sols argileux du Rharb :

Sidi-Slimane :

	B-152	B-154	B-153	B-148	B-155
0-15	0,27 mm	0,41 mm	0,42 mm	0,56 mm	0,43 mm
15-100	0,59 mm	0,59 mm	0,57 mm	0,68 mm	0,55 mm

Si Allal Tazi :

	B-151	B-96	B-97	B-98
0-20	0,75 mm	0,64 mm	0,70 mm	0,80 mm
20-80	0,97 mm	0,90 mm	0,69 mm	0,03 mm

Les prélèvements faits deux ans après, en 1953, montrent une nette diminution du diamètre des agrégats, surtout dans les horizons supérieurs (voir tableau II a). D'une manière générale les valeurs moyennes de Gaf ont varié de 1951 à 1953 de la manière suivante :

1951

	B-183	B-184	M (1)
0-15	4,07	3.42	3.75
-15	4,91	4,23	4,57

1953

	B-219	B-220	B-221	B-218	M
0-15	2,47	1,59	2,37	3,27	2,42
-15	4.38	4.10	3.31	4.02	3.95

La diminution de Gaf est de l'ordre de 36 % dans l'horizon supérieur (0-15) et de 14 % seulement dans les horizons sous-jacents (au-dessous de 15 cm), les chiffres de 1951 étant pris pour 100.

Les caractères de l'agglomération de la terre en éléments structuraux de l'ordre supérieur visibles à l'œil nu dans le sol sec (mottes) a subi aussi des changements.

(1) M - Moyenne.

TABLEAU II

a. G_{af} (en m/m)

Prof.	1951 183	1951 184	1953 219	1953 220	1953 221	1953 218
	4.31	3.47	2.47	1.72	1.58	2.49
10	3.80	3.39				4.29
	4.11			1.53	2.79	
20			2.67			3.37
	3.77	3.53			2.91	
30				5.49		
40			4.93		2.47	5.15
	5.53	5.00				
50				4.16		
60					4.16	
			5.39			
70	6.15	4.34				4.71
				3.60		
80					2.69	
		3.79	4.10			
90						3.14
	3.72					
100			2.58			1.54
				3.49	2.94	
110			0.71			0.67
				1.01		
					0.74	

b. G_t (en cm.)

Prof.	1951 183	1951 184	1953 219	1953 220	1953 221	1953 218
	0.58	1.06	0.65	0.31	0.31	0.29
10	1.07	0.80				1.48
	1.48			0.33	0.49	
20			2.34			2.36
	1.98	1.77			1.84	
30				2.62		
40			2.51		2.57	2.72
	2.02	1.78				
50				2.70		
60					2.42	
			3.18			
70	1.83	1.65				2.81
				2.95		
80					2.32	
		1.39	2.79			
90						1.35
	1.68					
100						0.98
				1.79	-	
110			3.79			
				0.76		

c. A (en %)

Prof.	1951 183	1951 184	1953 219	1953 220	1953 221	1953 218
	69	82	62	44	46	59
10	80	72				85
	95			45	57	
20			90			96
	95	93			82	
30				89		
40			89		86	92
	95	92				
50				91		
60					87	
			95			
70	93	87				94
				92		
80					89	
		83	93			
90						84
	82					
100			-			73
		88		86	83	
110			89			95
				74		
					93	

d. G_m (en cm.)

Prof.	1951 183	1951 184	1953 219	1953 220	1953 221	1953 218
	0.80	1.24	0.99	0.58	0.74	0.61
10	1.27	1.06				1.78
	1.54			0.63	0.79	
20			2.60			2.55
	2.07	1.86			2.22	
30				2.94		
40			2.80		3.03	2.95
	2.12	1.94				
50				2.96		
60					3.92	
			3.36			
70	1.95	1.93				2.99
				3.19		
80					2.61	
		1.60	3.00			
90						1.64
	2.07					
100			-			1.38
		1.45		2.07	-	
110			2.67			
				0.99		
					2.61	

Ainsi le diamètre moyen en cm des fractions tamisées à sec Gt (voir tableau II b) paraît subir une diminution dans l'horizon supérieur et une augmentation dans les horizons inférieurs. Ainsi pour les valeurs moyennes de Gt nous trouvons d'une année à l'autre les variations suivantes :

1951

	B-183	B-184	M
0-15	1.04	0.89	0.97
-15	1.88	1.68	1.78

1953

	B-219	B-220	B-221	B-218	M
0-15	1.21	0.32	0.43	1.10	0.77
-15	2.77	2.60	2.21	2.41	2.50

soit une diminution de 21 % dans l'horizon supérieur et une augmentation de 40 % en profondeur par rapport à l'année 1951.

Il faut noter toutefois que les prélèvements de 1951 (profils B-183 et B-184) ont été effectués en plein été (juillet) dans un sol nu sans végétation, dont la surface avait été bien desséchée par le soleil, tandis que les prélèvements de 1953 (profils B-218 et B-221) ont été faits en automne (octobre) dans des sols couverts de végétation abondante. Ceci peut expliquer le comportement particulier de la macrostructure des profils prélevés deux années après : son « grossissement » en profondeur dû à l'évolution de la structure de ces sols vers les types grossiers et son « amenuisement » apparent par rapport aux observations de 1951. Les observations précédentes nous montraient que la structure des horizons supérieurs des sols des merjas humides était toujours assez fine, mais que sous l'effet de la dessication, surtout si le sol restait sans végétation, elle devenait plus grossière et même fondue.

En ce qui concerne les mottes proprement dites, c'est-à-dire les éléments structuraux supérieurs à 2 mm (voir tableau II c et d), on voit que leur pourcentage A a diminué dans l'horizon superficiel (0-15), tandis qu'en profondeur il est resté sans changement :

	B-183	B-184	M
0-15	82	76	79
-15	91	89	90

	B-219	B-220	B-221	B-218	M
0-15	92	88	84	90	89
-15	71	45	53	71	60

On peut remarquer que la diminution du pourcentage des mottes A a effecté surtout les profils B-220 et B-221. Parallèlement, la grosseur moyenne des mottes Gm (en cm) des horizons supérieurs a diminué dans les profils B-220 et B-221, tandis que dans les profils B-218 et B-219 on constate au contraire son augmentation. En profondeur la structure est devenue plus grossière : Gm est passé en moyenne de 1,88 cm à 2,87 cm, soit une augmentation de 53 %. Tous ces changements ressortent bien de la comparaison des moyennes entre les années 1951 et 1953 :

1951

	B-183	B-184	M
0-15	1.20	1.12	1.16
-15	2.05	1.71	1.88

	1953				
	B-219	B-220	B-221	B-218	M
0-15	1.39	1.53	0.67	0.77	1.09
-15	2.63	3.00	2.87	2.96	2.87

En ce qui concerne la porosité de ces sols, il faut indiquer qu'elle était bien élevée en 1951 (70 % environ), quoique nettement inférieure à celle des dépôts submergés des merjas. Sa détermination faite dans les merjas aussitôt après leur assèchement (profil B-135 par exemple, prélevé dans la merja du Sud) donne des chiffres voisins de 80 % (1). On peut donc supposer qu'elle était aussi élevée dans les terres de notre station lors de leur exondation. Les prélèvements de 1953 accusent une légère diminution de la porosité totale par rapport aux données de 1951 (voir tableau III a). Voici d'ailleurs les moyennes des valeurs de la porosité suivant les années :

	1951			1953				
	B-183	B-184	M	B-219	B-220	B-221	B-218	M
0-15	70	69	70	55	69	68	65	64
-15	71	73	72	67	63	69	69	67

La diminution de la porosité totale traduit le tassement du sol sous l'effet de la dessiccation. Cette relation entre la porosité du sol et de son état hydrique ressort de la comparaison entre les valeurs de l'humidité du sol déterminée au moment des prélèvements d'échantillons en vue de l'étude de sa porosité et les valeurs de la porosité totale elle-même (voir tableau III a et b). Ainsi, la porosité des horizons fortement desséchés est toujours plus basse que celle des horizons humides ; c'est le cas du premier (humidité = 31 % et porosité = 55 %) et du troisième (humidité = 36 % et porosité = 62 %), horizons du profil B-219 et du deuxième horizon (humidité = 34 % et porosité = 58 %) du profil 220. Dans les horizons où l'humidité varie entre 60 et 90 %, les valeurs de la porosité totale oscillent par contre entre 65 et 70 %.

La diminution de la porosité se produit surtout aux dépens de la porosité grossière. Pour se rendre compte de ce phénomène il suffit de comparer les valeurs de la porosité fine et de la porosité grossière (des sols secs) de deux séries des profils (1951 et 1953 (voir tableau IV a). Les valeurs moyennes absolues de différentes formes de porosité sont données ici :

		1951			1953				
		B-183	B-184	M	B-219	B-220	B-221	B-218	M
Pg :	0-15	28	30	29	0	31	24	21	19
	-15	47	43	45	30	18	36	33	29
Pf :	0-15	42	39	40	58	38	44	44	46
	-15	24	30	27	37	45	33	36	38

Ces chiffres montrent aussi que la diminution de la porosité grossière est accompagnée de l'accroissement simultané de la porosité fine, accroissement moins important que la diminution de la porosité gros-

(1) voir « Note sur les merjes côtières du Rharb » loc cit.

TABLEAU III

Prof.	1951		1953				1951		1953				1951		1953				1951		1953			
	183	184	219	220	221	218	183	184	219	220	221	218	183	184	219	220	221	218	183	184	219	220	221	218
	a. Humidité des sols au moment du prélèvement.						b. Porosité totale - P_t -						c. Porosité des mottes - P_m -						d. $\frac{P_{mh}}{P_{ms}}$					
							63	55					65	61					0.80	0.84				
10			31	90	56	65	73	76	55	69	68	65	57	56	56	55	59	56	1.00	1.11	1.12	1.11	0.96	1.05
20							71						46						1.40					
30			86		83	68		74	70		68	70		46	55		53	56		1.56	1.40		1.50	1.07
40				34			75			58			46			50			1.64			1.44		
50								74						53						1.22				
60			36						62						51						1.62			
70				71	93	82	68	72		67	70	69	46	57		60	50	51	1.30	1.03		1.07	1.73	1.53
80																								
90			62						67						55						1.33			
100					67	78					68	67					53	54					1.46	1.34
110																								

TABLEAU IV

Prof.	1951		1953				1951		1953			
	183	184	219	220	221	218	183	184	219	220	221	218
	a. P_f et P_g quand H = 0 en % du volume du sol						b. P_f/P_g quand H = 0					
	54 9	55 0					6.1	100				
10	36 37	31 45	58 0	38 31	44 24	44 21	1.0	0.7	100	1.2	2.0	2.0
20	36 45						0.6					
30		22 52	31 34		34 36	38 32		0.4	1.0		0.9	1.2
40	21 54			41 17			0.4			2.6		
50		30 44						0.7				
60			37 25						1.5			
70	27 41	37 35		49 18	31 39	33 36	0.6	1.0		2.6	0.8	0.9
80												
90			40 27						1.4			
100					38 30	38 29					1.2	1.3

Prof.	1951		1953				1951		1953			
	183	184	219	220	221	218	183	184	219	220	221	218
	c. P_f et P_g quand H = HE en % du volume du sol						d. P_f/P_g quand H = HE					
	54 9	59 0					6.1	∞				
10	36 37	34 42	0 65	42 27	44 24	45 20	1.0	0.8	∞	16	1.9	2.2
20	37 34						1.1					
30		34 40	50 20		51 19	41 29		0.8	2.4		2.6	1.4
40	35 40			60 0			0.9			∞		
50		36 38						1.0				
60			60 2						24.0			
70	35 33	38 34		51 16	53 17	50 19	1.0	1.1		3.3	3.0	2.6
80												
90			53 14						3.8			
100					55 13	51 16					4.3	3.2

Les valeurs de Pg sont soulignées

sière. Le phénomène du tassement du sol (diminution de la porosité totale) est donc accompagné de la redistribution des particules terreuses dans le sens de l'augmentation de la compacité (augmentation de la porosité fine par rapport à la porosité grossière). Elle est bien traduite par les variations du rapport Pf/Pg (1) (voir tableau IV b). En 1951 il était bien inférieur à 1 (sauf dans les horizons supérieurs desséchés), c'est-à-dire que le volume total des pores grossiers prédominait nettement sur le volume des pores fins, tandis qu'en 1953 ce rapport approchait (B-221 et B-218) et même dépassait 1 (B-219 et B-220) ; c'est-à-dire que le volume des pores grossiers diminuait en faveur de celui des pores fins.

L'augmentation de la compacité s'affirme davantage dans les sols humides. Nous avons calculé la répartition des pores fins et grossiers (par rapport au volume total du sol) à l'état hydrique correspondant à l'humidité équivalente. Ces résultats sont consignés dans le tableau IV c. En moyenne, ces variations se présentent de la manière suivante :

		B-183	B-184	M	B-219	B-220	B-221	13-218	M
Pg :	0-15	28	28	28	0	27	24	20	24
	-15	36	37	37	13	8	17	23	15
Pf :	0-15	42	42	42	65	42	44	45	49
	-15	35	36	36	54	55	52	46	52

Si en valeurs absolues ces chiffres sont proches de ceux obtenus pour les sols secs (voir les données du tableau IV a et des moyennes p. 8) il en est autrement en ce qui concerne les rapports mutuels entre les différentes formes de porosité (fine et grossière). En effet, les valeurs du rapport Pf/Pg (voir tableau IV s) sont plus élevées, quoique variant dans le même sens, pour les sols humides que pour les sols secs. L'augmentation de la compacité des sols se manifeste donc davantage dans les premiers que dans les seconds.

En comparant les données des calculs des différentes formes de porosité des sols à l'état sec et à l'état humide (rapportées au volume total du sol) on s'aperçoit que celles-ci varient peu dans les horizons superficiels quand on passe d'un état hydrique à l'autre, et beaucoup dans les horizons profonds :

			Sols secs	Sols humides
Pf	1951	0-15	40	42
		-15	27	36
Pf	1953	0-15	46	49
		-15	38	52
Pg	1951	0-15	29	28
		-15	45	37
Pg	1953	0-15	25	24
		-15	29	15

(1) Ce rapport peut servir de critère pour définir le degré de compacité du sol. Ainsi dans notre « contribution » à l'étude des propriétés physiques des sols (TSP-SSNM T-2 et 3 1951) nous avons indiqué qu'on peut prendre comme limites entre les différentes classes de la nature de la porosité le rapport entre la porosité fine et la porosité totale. Le sol sera compact, si ce rapport est supérieur à 70 %, poreux, si ce rapport est inférieur à 40 %, intermédiaire entre ces valeurs. Exprimées en valeurs du rapport Pf/Pg ces limites seront respectivement 2 et 0,7.

TABLEAU V

Prof.	a. Hygroscopicité maximum						b. Humidité équivalente						c. Limite supérieure de plasticité . % ts .						d. Limite supérieure de plasticité . % Pt .					
	1951		1953				1951		1953				1951		1953				1951		1953			
	183	184	219	220	221	218	183	184	219	220	221	218	183	184	219	220	221	218	183	184	219	220	221	218
	17	14	11	10	10	10	68	63	60	56	57	57	82	80	79	75	84	78	108	144	154	84	99	100
10	15	14					61	62					79	71					65	58				
20	14	13	9		9	10	56	55	63		64	54	71	68	81		78	78	73	66	87		89	86
30				10						58						74						135		
	12						61						81						63					
40 50		15						60						72						72				
			11		9	10			62		68	62			80		81	82			127		92	97
60 70	11	11		10			50	57		64			79	74		81			88	70		99		
80			13						66						87						106			
90																								
					15	16					70	75					78	75					91	89
100																								
110																								

D'après ces chiffres le volume de la porosité fine augmente dans les sols humides, tandis que celui de la porosité grossière diminue.

Les horizons profonds de ces sols subissent donc un foisonnement important au cours de leur humidification et le retrait au cours de leur dessication. Par contre, les caractères de la porosité des horizons supérieurs ne subissent pratiquement pas de changements.

Dans le tableau III d nous reproduisons les données sur l'importance de ce foisonnement, calculées d'après le rapport entre le volume des pores remplis d'eau à l'état humide (humidité du sol étant égale à l'humidité équivalente) et la porosité mottière à l'état sec, rapport Pmh/Pms. D'une manière générale, ce rapport est voisin de 1 dans l'horizon supérieur (peu ou pas de foisonnement) et dépasse largement 1 en profondeur (foisonnement élevé). En moyenne on obtient les chiffres suivants :

	1951			1953				
	B-183	B-184	M	B-219	B-220	B-221	B-218	M
0-15	0.93	1.02	0.98	1.12	1.11	0.96	1.03	1.06
-15	1.45	1.25	1.35	1.44	1.25	1.51	1.32	1.38

On n'observe pas de différences entre les deux séries de profils. Ceci veut dire que l'aptitude des horizons profonds de ces sols à foisonner existait déjà en 1951.

On peut remarquer aussi que la porosité des mottes (rapportée à leur volume) n'a pas changé au cours de cette période, comme l'on peut voir d'après le tableau III c, sauf peut-être en profondeur. En effet les calculs des moyennes de la porosité des mottes nous donnent les résultats suivants :

	B-183	B-184	M	B-219	B-220	B-221	B-218	M
0-15	60	58	59	56	55	59	56	57
-15	46	52	49	54	55	52	53	54

D'une manière générale les variations des caractères de la porosité sont intimement liées à celles des propriétés hydriques.

L'analyse nous montre que l'hygroscopicité maximum a nettement baissé entre 1951 et 1953 (voir tableau Va). Il est possible que cette diminution résulte de l'abaissement du degré d'hydratation des colloïdes, l'hygroscopicité maximum étant en relation étroite avec les caractères de leurs surfaces. Voici les valeurs moyennes de cette constante du sol :

	1951			1953				
	B-183	B-184	M	B-219	B-220	B-221	B-218	M
0-15	15	14	15	11	10	10	10	10
-15	12	14	13	11	10	10	11	11

En ce qui concerne l'humidité équivalente, quantité d'eau retenue dans le sol par les forces supérieures à une atmosphère, ces variations sont moins régulières (voir tableau Vb). Les déterminations faites au laboratoire montrent une baisse sensible des valeurs de ce coefficient

dans les horizons supérieurs et leur augmentation dans les horizons profonds ; en moyenne cette valeur a varié de la manière suivante :

	1951			1953				
	B-183	B-184	M	B-219	B-220	B-221	B-218	M
0-15	63	62	63	60	56	57	56	57
-15	54	57	56	64	61	66	60	63

Cette augmentation de l'humidité équivalente des horizons supérieurs se trouve peut-être en relation avec le tassement général des sols observé depuis 1951 qui aurait augmenté le volume des pores fins capillaires.

On constate en même temps la diminution générale des valeurs de la limite supérieure de plasticité (voir tableau V c) aussi bien dans les horizons supéreurs que dans les horizons inférieurs. Voici les chiffres :

	1951			1953				
	B-183	B-184	M	B-219	B-220	B-221	B-218	M
0-15	92	87	90	79	75	84	78	79
-15	88	88	88	82	72	79	79	78

Malgré la diminution des valeurs absolues de la limite supérieure de plasticité (Lsp) le rapport 100 Lsp/Pt a augmenté entre 1951 et 1953 à cause de la diminution de la porosité totale de ces sols. Voici les valeurs moyennes de ce rapport :

	1951			1953				
	B-183	B-184	M	B-219	B-220	B-221	B-218	M
0-15	79	85	82	155	84	99	95	93 x)
-15	15	70	73	104	109	91	91	99

x) moyenne des trois profils B-220, B-221 et B-218.

En ce qui concerne la matière organique, celle-ci n'a pas subi de changements spectaculaires, En effet. le taux global de cet élément et le taux d'azote (voir les tableaux VI a et VI b) restaient en 1953 à peu près au même niveau qu'en 1951. Voici la composition moyenne de l'humus des profils étudiés :

1951

		B-183	B-184	M
Humus	0-15	10.8	10.4	10.6
	-15	7.9	8.2	8.1
N	0-15	8.5	6.1	7.3
	-15	5.6	5.4	5.5

1953

		B-219	B-220	B-221	B-218	M
Humus	0-15	8.7	9.9	9.9	8.8	9.3
	-15	8.6	8.3	8.6	5.8	7.8
N	0-15	6.6	7.2	7.0	6.9	6.9
	-15	5.4	5.1	4.7	4.1	4.8

Seuls les horizons supérieurs se sont peu appauvris, semble-t-il, en matière organique totale (12 % en moyenne), dont le taux est passé de 10,6 % en 1951 à 9,3 % en 1953. L'abaissement notable en azote dans

TABLEAU VI

Prof. : 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110

a. Matière organique totale % (MO = C × 1.72)

Année	Profil	Valeurs (de la surface vers la profondeur)
1951	183	12.0 – 9.7 – 5.4 – 7.9 – 9.5 – 8.6
1951	184	10.4 – 10.4 – 7.7 – 7.9 – 8.9 – 9.7 – 12.4
1953	219	9.9 – 6.3 – 8.3 – 9.0 – 9.8 – - – 5.6
1953	220	9.6 – 10.1 – 8.5 – 7.8 – 8.1 – 8.0 – 4.7
1953	221	10.3 – 9.8 – 12.6 – 6.2 – 9.7 – 6.7 – 11.3 – 5.1
1953	218	10.6 – 7.4 – 7.4 – 5.5 – 5.3 – 6.2 – 9.0 – 1.5

b. Azote ‰

Année	Profil	Valeurs (de la surface vers la profondeur)
1951	183	10.15 – 8.9 – 6.4 – 4.3 – 5.2 – 6.7 – 6.2
1951	184	9.5 – 9.0 – 5.1 – 5.4 – 5.7 – 7.0 – 8.9
1953	219	7.3 – 5.2 – 5.2 – 5.3 – 5.8 – - – 3.3
1953	220	7.6 – 7.0 – 5.2 – 5.3 – 4.7 – 5.3 – 4.1
1953	221	7.4 – 6.8 – 5.5 – 3.7 – 5.1 – 4.1 – 6.6
1953	218	7.9 – 6.0 – 5.8 – 5.5 – 4.1 – 4.7 – 7.7 – 2.9

Chlorures Cl ‰ — c. ‰ ts

Année	Profil	Valeurs (de la surface vers la profondeur)
1951	183	2.11 – 0.46 – 0.48 – 0.49 – 0.93 – 1.11 – 1.68
1951	184	1.95 – 0.43 – 0.51 – 0.81 – 1.30
1953	219	0.36 – 0.48 – 0.82 – 1.03 – 1.07 – nd – 1.22
1953	220	0.27 – 0.35 – 0.67 – 0.89 – 1.46 – 1.44 – 1.77
1953	221	0.24 – 0.20 – 0.08 – 0.54 – 1.21 – 1.32 – 1.58 – 1.24
1953	218	0.24 – 0.20 – 0.20 – 0.59 – 0.91 – 1.19 – 1.79 – 1.83

Chlorures Cl ‰ — d. Concentration . H : HE

Année	Profil	Valeurs (de la surface vers la profondeur)
1951	183	3.36 – 0.73 – 0.77 – 0.87 – 1.69 – 2.01 – 2.97
1951	184	3.16 – 0.70 – 0.93 – 1.36 – 2.28
1953	219	0.59 – 0.80 – 1.31 – 1.58 – 1.71 – - – 1.85
1953	220	0.51 – 0.62 – 1.16 – 1.44 – 2.28 – 2.22 – 2.88
1953	221	0.42 – 0.33 – 0.13 – 0.85 – 1.79 – 2.11 – 2.25 – 1.87
1953	218	0.42 – 0.35 – 0.33 – 1.00 – 1.46 – 1.96 – 2.38 – 2.66

H = humidité HE = humidité équivalente

les horizons profonds des profils de la série 1953 (4,8 % au lieu de 5,5 % de la série 1951) peut s'expliquer assez bien par la pauvreté relative des profils B-221 et B-218 en cet élément.

D'une manière générale, les sols restent moyennement salés. Leur salure a subi des changements notables depuis la création de la station (voir le tableau VI c). On constate d'abord le dessalage partiel des sols. En effet, la teneur moyenne en chlorures (11) dans la couche d'un mètre d'épaisseur est passée de 0,92 ‰ à 0,85 ‰, comme l'on peut voir d'après les valeurs moyennes de Cl reproduites ici :

		B-183	B-184	M
Cl	0-15	1,02	0,93	0,92
‰	-15	0,90	0,91	0,91
	0-100	0,92	0,91	0,92

		B-219	B-220	B-221	B-218	M
Cl ‰	0-15	0,40	0,33	0,21	0,22	0,29
	-15	0,89	1,11	0,97	0,83	0,95
	0-100	0,81	0,99	0,86	0,74	0,85

En ce qui concerne la répartition des sels dans le profil de sol, on remarque qu'en 1951 le maximum de la salure correspondait à l'horizon superficiel (0-5) avec les taux oscillant autour de 2 ‰. Au-dessous et jusqu'à 25/35 cm de profondeur la teneur en chlorures descendait jusqu'à 0,40 ‰, pour remonter de nouveau à 1,06 ‰. En automne 1953 les horizons supérieurs accusaient une salure faible, de l'ordre de 0,29 ‰, tandis qu'en profondeur elle restait assez élevée : 0,95 ‰. Nous voyons donc que le dessalage du sol, signalé plus haut, a affecté surtout les horizons supérieurs.

Malgré les valeurs relativement élevées des chlorures, leurs taux ne paraissent pas constituer des obstacles, dans les conditions des merjas, à la croissance normale des plantes. Ceci tient à notre avis à l'h-umidité élevée de ces terres, même en été. Comme nous l'avons vu, l'humidité équivalente de ces terres dépasse largement 50 %, chiffres facilement atteints dans les sols de la Station comme nous le verrons plus loin. De ce fait la concentration en sels de l'eau du sol reste toujours relativement basse, comme l'on peut se rendre compte en parcourant le tableau VI d.

D'une manière générale cette concentration ne dépassait pas 2,0 ‰ en 1951 et elle a baissé au-dessous de 1,0 ‰ dans les horizons supérieurs en 1953 ; voici quelques données moyennes :

1951

		B-184	B-184	M
Cl	0-15	1.62	1.52	1.57
gr/l	-15	1.62	1.58	1.60
	0-100	1.62	1.57	1.60

1953

		B-219	B-220	B-221	B-218	M
Cl gr/l	0-15	0.66	0.56	0.43	0.38	0.51
	-15	1.41	1.77	1.47	1.17	1.46
	0-100	1.29	1.59	1.31	1.06	1.31

2me partie

Variations des caractères de la couche arable sous l'effet de différents traitements

Le programme d'essai prévoyait aussi le contrôle de l'évolution des caractères de la couche arable des parcelles de la Station sous l'effet de différents traitements. Dans ce but nous avons procédé aux prélèvements périodiques, en automne de chaque année, des échantillons de terre de la couche superficielle (0-15 cm) en vue de leur étude au laboratoire pour mettre en évidence les variations éventuelles des caractères physiques des sols et de la matière organique.

L'étude des caractères physiques comprenait :

1°) détermination de l'état d'agrégation du sol en se basant sur les valeurs du diamètre moyen des agrégats Gaf calculés d'après les résultats du tamisage humide,

2°) détermination de l'état d'agglomération du sol en se basant sur les valeurs du diamètre moyen des fractions tamisées ainsi que celles des mottes calculées d'après les résultats du tamisage sec,

3) détermination des caractères de la porosité,

4°) détermination des constantes hydriques et mécaniques (limites d'Atterberg).

Pour l'étude de la matière organique nous avons procédé :

1) au dosage du carbone et

2) » de l'azote.

Les prélèvements d'échantillons ont été effectués généralement au mois de novembre à la fin de la campagne agricole et au début de la saison pluvieuse. Les événements politiques survenus au Maroc à la fin de l'année 1955 nous ont empêché de faire ces prélèvements au mois de novembre de cette année ; nous n'avons pu les réaliser qu'au mois de mars 1956.

D'autres incidents ont entravé aussi la marche normale de l'expérimentation. Ainsi la Station a été inondée lors des crues des oueds Mda et Segmet, la première fois au printemps 1955 et la deuxième au printemps 1956, ce qui a provoqué l'anéantissement presque total des cultures ; seul le Kikuyu a bien résisté à ces calamités. L'assolement n'a pas pu être réalisé d'une manière rigoureuse, soit à cause de la disparition de certaines cultures (voir les détails dans la note de MM. Hutter et Foury) soit à cause des inondations. L'éloignement de cette Station ne nous a pas permis non plus de procéder d'une façon normale à tous les travaux. Ainsi la parcelle « jachère travaillée » n'a pu être maintenue à l'état de propreté voulue.

Avant de commencer l'exposé des résultats obtenus lors de l'étude de l'évolution de la couche arable, nous devons signaler une certaine disparité des résultats analytiques due à la fois à l'imperfection des méthodes d'analyse et à une certaine hétérogénéïté du sol de la station qui apparaît pourtant en grand comme très homogène. En réalité, dans ces sols en pleine évolution, très riches en débris organiques, les élé-

TABLEAU VII

Caractères analytiques de la couche arable des sols de la Station ed Daoura

Analyses		1952	1953	1954	Mars 1956
Propriétés hydriques	HM	13	10	11	8
	HE	60	61	63	61
Propriétés hydro-mécaniques	Lip	51	44	(57)	56
	LA	61	55	(66)	63
	Lsp	78	73	84	81
Gaf en m/m.		2 94	2 68	2.20	1 87
Porosité totale	D	2 55	2.57	2 58	2 56
	d_t	0 71	0.68	0 87	0 80
	P_t	72	73	66	69
	h	35	42	46	63
	P_g	33	34	14	24
	P_f	39	39	51	46
	$\frac{P_f}{P_g}$	1 13	1 15	3 70	1 92
	$\frac{P_f}{P_t} \times 100$	54	53	79	66
Porosité des mottes	d_m	1 07	1 07	1 30	1 27
	P_a	58	59	49	50
	$\frac{P_g}{P_t} \times 100$	80	81	74	73
	$\frac{P_{ah}}{P_{as}}$	1 03	1 11	1 59	1 43
Mottes	G_t en cm	0 41	0 44	0 62	0 79
	Am %	60	56	65	75
	Gm en cm	0 59	0 70	0 85	1 02
Rapports	$100 \frac{Lip}{P_{ms}}$	87	73	-	141
	$100 \frac{Lsp}{P_t}$	78	73	84	81
	$100 \frac{LF}{P_t}$	102	96	108	-
Matière organique	C %	5.2	5 8	5.5	6.1
	N ‰	6.8	6 9	7.7	8 0

ments minéraux et organiques ne sont pas toujours mélangés intimement, d'où une certaine hétérogénéïté. Ainsi, tandis que certaines mottes deviennent dures et compactes, les autres restent poreuses et friables. Il a donc été parfois très difficile d'avoir un échantillon représentatif, malgré la répétition des analyses (3 ou 4).

Pour atténuer l'influence des écarts dus à des causes accidentelles, nous nous sommes servis de moyennes. Leur interprétation nous a permis de saisir le sens général de l'évolution des caractères du sol de notre station.

Malgré tous ces inconvénients et ces difficultés, un certain nombre de faits se dégage quand même d'une manière frappante.

Il faut noter d'abord que les *propriétés hydriques* de la couche arable de ces terres n'ont pas subi de modifications spectaculaires au cours de quatre années d'observations. Les valeurs de l'humidité équivalente (l'eau retenue dans le sol par les forces supérieures à une atmosphère) et qui correspond « grosso modo » à la capacité de rétention des sols pour l'eau, oscillaient d'une manière générale autour de 60 % ; les écarts observés semblent plutôt être dus à l'hétérogénéïté du sol et aux erreurs de la détermination qu'aux variations réelles de son état hydrique en relation avec l'évolution de ces terres assainies (voir tableau VII).

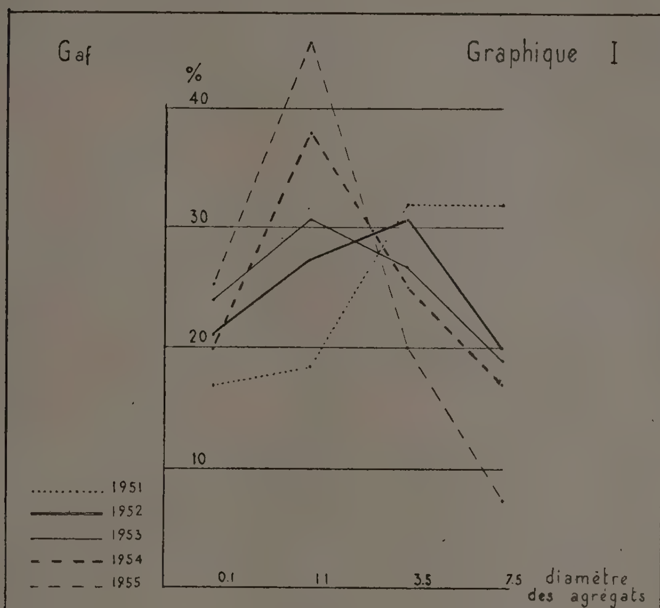
L'hygroscopicité des sols par contre a nettement diminué entre 1951 1955, en effet les taux de l'hygroscopicité maximum (quantités d'eau que le sol placé dans l'atmosphère saturée de vapeur d'eau peut retenir à la surface des colloïdes) ont passé de 13 % (1952) à 8 % en moyenne (voir tableau VI). Cet abaissement des valeurs de ce caractère, est peut-être dû à la diminution du degré d'hydratation du sol, comme nous l'avons signalé dans notre étude : « Note sur les merjas côtières du Rharb ».

Les propriétés hydromécaniques de ce sol (limites d'Atterberg) ont subi des changements plus sensibles que les propriétés hydriques. D'une manière générale, en partant des données de 1952, on constate un abaissement notable des valeurs de ces limites en 1953, puis leur augmentation générale en 1954, suivie d'une légère diminution en 1955 (prélèvement de mars 1956), les valeurs de ces deux dernières années (1954 et 1955) restant supérieures à celles de 1952. Toutes ces variations sont bien exprimées dans le tableau VII.

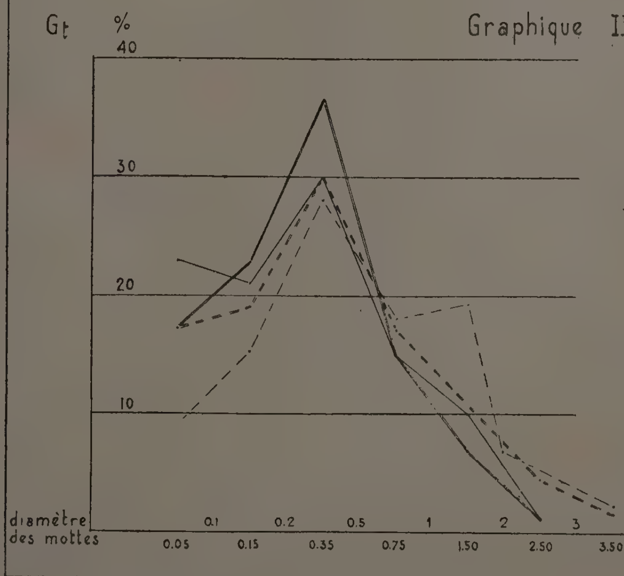
Nous sommes tentés d'expliquer cette évolution des propriétés hydromécaniques par le changement de l'état structural de ces sols des merjas et en particulier par la diminution de leur porosité suivie de l'augmentation de leur compacité, comme nous le verrons plus loin.

Le changement de l'état structural de ces terres se traduit d'abord par des modifications intervenues dans *l'état d'agrégation* de leurs particules élémentaires (microstructure). Ainsi nous avons pu suivre d'une année à l'autre la diminution progressive et continue du diamètre moyen des agrégats stables dans l'eau que nous avons représenté par le symbole Gaf. (Voir tableau VII et graphique I).

Ainsi nous trouvons les valeurs moyennes suivantes de Gaf : 3,75 mm en 1951, 2,94 en 1952, 2,68 en 1953, 2,20 mm en 1954, 1,87 mm en mars 1956.



Gaf
Graphique I
%
40
30
20
10
1951
1952
1953
1954
1955
0.1
1 1
3.5
7.5
diamètre des agrégats



Gt
%
Graphique II
40
30
20
10
diamètre des mottes
0.1
0.2
0.5
1
2
3
0.05
0.15
0.35
0.75
1.50
2.50
3.50

Cette diminution du diamètre moyen des agrégats (Gaf) semble résulter de l'éclatement des éléments microstructuraux grossiers en éléments plus fins, sans l'intervention de la dispersion de leurs ciments. Ce phénomène de l'amenuisement de la microstructure est bien visible dans le graphique I, où nous avons porté sur l'axe des abcisses le diamètre moyen de chaque fraction du tamisage humide et sur l'axe des ordonnées leur pourcentage.

En 1951 le taux moyen des agrégats supérieurs à 2.0 mm dépassait 60 %, avec 32 % des agrégats de 2 à 5 mm (diamètre moyen = 3,5 mm) et 32 % des agrégats supérieurs à 5 mm (diamètre moyen = 7,5 mm) ; en 1952 le taux des agrégats supérieurs à 5 mm est tombé jusqu'à 20 % et le maximum de la courbe correspondait aux agrégats de 2 à 5 mm (diamètre moyen = 3,5 mm), avec le taux égal à 31 %. A partir de 1953 ce sont les agrégats de 0,2 à 2 mm (diamètre moyen = 1,1 mm) qui prédominent dans ces sols, avec 31 % en 1953, 38 % en 1954 et 46 % en mars 1956, soit augmentation progressive de leur pourcentage, entre 1952 et 1956 de 19 %. Pendant ce laps de temps le taux de la fraction fine de ce tamisage, inférieure à 0,2 mm, est passé de 17 % à 25 % seulement. Il s'agit donc ici de la disparition des gros agrégats supérieurs à 2 mm en faveur de la fraction plus fine, de 0,2 à 2.0 mm, sans augmentation consécutive et notable de la fraction inférieure à 0,2 mm, ce qui militerait en faveur de l'hypothèse de l'éclatement des gros agrégats, car dans le cas de l'amenuisement de la microstructure par dispersion on aurait constaté l'accroissement notable du taux de la fraction fine, plus petite que 0,2 mm.

Cet amenuisement de la microstructure de l'horizon supérieur (couche arable) a été accompagné du changement des caractères de la porosité. Il faut remarquer que les variations de la porosité dans le cas de nos parcelles dépendent uniquement des variations des densités apparentes (du sol et des mottes), la densité réelle, restant sans changement au cours de ces quatre années d'observation (voir tableau VII). Il s'agirait donc de la variation de l'état du *tassement du sol.*

La porosité des sols qui restait sans grands changements au cours des années 1952 et 1953 a diminué notablement en 1954 : elle est passée de 72 % (1952) - 73 % (1953) en moyenne à 66 % en 1954. Les prélèvements du mois de mars 1956 accusent par contre son nouvel accroissement (69 %) (voir tableau VII).

Pour expliquer ce comportement de la porosité, nous sommes enclins de l'attribuer au jeu simultané de deux processus ;

a) évolution générale de la porosité de ces sols et

b) ses variations saisonnières.

Expliquons-nous. Les prélèvements de 1952, 1953 et 1954 ont été effectués au mois de novembre juste au début de la saison pluvieuse. L'humidité des sols était relativement basse à cette époque. Elle variait entre 35 et 46 % en moyenne. Dans ce cas les données de 1952, 1953 et 1954 représentent l'état de la porosité des sols à la fin de la saison sèche et traduisent son évolution au cours de ces trois années d'étude dans le sens de sa diminution entre 1953 et 1954. Les prélèvements de

la quatrième année ont été effectués par contre au mois de mars 1956 à la fin de la saison pluvieuse, dans un sol humide dont le taux d'humidité variait autour de 66 % (voir tableau VII). Il serait possible comme nous l'avons constaté dans la première partie de cet article (voir page 93), qu'au cours de l'hiver la porosité totale des sols (au moins de la couche supérieure), augmente pour diminuer ensuite en été. Il s'agirait dans ce cas de variations saisonnières de la porosité en fonction du degré d'humidité des sols, phénomène bien connu. Ces considérations expliquent bien l'accroissement de la porosité des sols au mois de mars 1956 par rapport aux données du mois de novembre 1954.

Cette augmentation du tassement du sol coïncide bizarrement avec la diminution du diamètre des agrégats signalés dans les pages précédentes, diminution qui faciliterait le déplacement des agrégats et des particules dans la masse terreuse d'autant plus que dans ces sols les valeurs de la limite supérieure de plasticité (quantité d'eau au-dessus de laquelle les particules des sols peuvent se déplacer librement les unes par rapport aux autres sous l'effet d'un choc) étaient inférieures à leur porosité totale.

Les variations de la porosité affectent surtout la porosité grossière. En effet celle-ci a diminué de 31 % à 54 % entre 1953 et 1954 (diminution de 20 % soit de 9 % par rapport aux valeurs de 1953) et est passée de 14 % à 24 % entre 1954 et 1955 (gain de 10 %), soit 7 % des valeurs 1953. Par contre la porosité fine a augmenté de 39 % à 51 % seulement (augmentation de 12 %) entre 1953 et 1954 et a diminué de 51 % à 46 % entre 1954 et 1955 (perte de 5 %). Ces chiffres traduisent l'augmentation de la compacité des sols entre 1953 et 1954 et sa légère diminution entre 1954 et mars 1956.

Ainsi le rapport Pf/Pg qui caractérise cette compacité est passé de 1,18 en 1953 à 3,70 % en 1954 et 1,92 en mars 1956 (voir tableau VII).

Le tassement général du sol a affecté aussi les caractères des mottes. Ainsi leur porosité à l'état sec suit à peu près les variations de la porosité totale : elle est passée de 58-59 % (1952-1953) à 49 % en 1954 et à 50 % en mars 1956. Seulement la diminution de la porosité mottière paraît être plus importante que celle de la porosité totale : le rapport entre les deux porosités est exprimé par les chiffres suivants : 80 en 1952, 81 en 1953, 74 en 1954 et 73 en mars 1956 (voir tableau VII).

Ce tassement des mottes a provoqué l'augmentation du foisonnement au sol au moment de l'humidification, et son retrait au cours du dessèchement. Ainsi le rapport entre le volume des pores mottiers remplis d'eau capillaire Pmh et la porosité mottière à l'état sec, Pms, qui restait sans grands changements au cours des années 1952 et 1953, avec les variations autour de 1,0 est passé brusquement à 1,6 en 1954. Il a diminué légèrement par contre en 1953, (voir tableau I et graphique 10). Les valeurs de ce rapport sup à 1 signifient que pendant les deux premières années le volume des pores des mottes sèches était assez grand pour contenir toute l'eau capillaire sans changer beaucoup leur volume. Après le tassement du sol, constaté en 1954, le volume des pores des mottes était trop petit pour loger l'eau capillaire, dont le

taux (égal à l'humidité équivalente) n'a pas changé pendant ce même laps de temps. Les pores des mottes auraient dû donc accroître leur volume jusqu'à ce qu'il devienne égal au moins au volume de l'eau de rétention. C'est dans ce mécanisme que réside l'apparition du phénomène du foisonnement de ces sols et de leur retrait.

Le tassement du sol et l'augmentation de sa compacité semblent être à l'origine du « grossissement » progressif de la macrostructure constaté dans les sols des merjas (1).

Au moment des prélèvements, les terres des merjas, légèrement humidifiées par les premières pluies se comportaient comme des sols motteux, c'est-à-dire formés d'agglomérats individualisés. En été, cette structure de la couche arable devenait fondue, massive, coherente, s'effrittant en mottes polyédriques. Or, nous constatons que dès la mise en service de notre Station, le diamètre moyen des fractions tamisées à sec des sols des parcelles cultivées s'est accru graduellement comme l'on peut voir d'après les données du tableau VII et du graphique II : il est passé de 0,41 cm (1952) à 0,79 cm (mars 1956). Il est à remarquer qu'en 1952 le diamètre moyen des fractions tamisées à sec (0,41 mm) était très proche du diamètre moyen des agrégats (0,2, 9 mm), c'est-à-dire la plupart des fractions du tamisage sec était constituées par des agrégats, et les mottes (agglomérats supérieurs à 2 mm) de faible taille (0,59 cm) ne constituaient que 60 % de la masse totale du sol. Avec le temps les agrégats s'effrittant continuellement, la taille des mottes ainsi que leur pourcentage, augmentait progressivement. Ainsi Am (pourcentage des mottes) est passé de 60 à 75 % et Gm (grosseur moyenne des mottes) de 0,59 cm à 1,02 cm.

Ce grossissement de la macrostructure par la soudure des éléments structuraux fins est bien visible dans le graphique II. On y constate l'augmentation progressive du taux des mottes grossières au fur et à mesure de la diminution du pourcentage des mottes fines : ainsi la fraction 5 (0.2-0.5) a diminué de 36 % à 20 %. En 1955 le taux de la fraction 7 (0,1 cm) tombe jusqu'à 9 % (contre 17 % en 1952). L'augmentation du taux des fractions grossières se manifeste dès 1953. En 1954 on voit même apparaître dans la masse du sol des mottes dont la taille dépasse 3 cm.

Les variations de la porosité ont eu comme conséquence le changement du comportement *mécanique* de ces sols en fonction de leur état hydrique. Ainsi au début de l'expérimentation le volume d'eau correspondant à la limite inférieure de plasticité (quantité d'eau à partir de laquelle la terre devient plastique) représentait 87 % du volume des pores des mottes sèches, (100 l. p/Pms = 87), c'est-à-dire que l'eau pénétrait assez facilement à l'intérieur et que le sol était prêt à être

(1) Précisons que sous le terme de la macrostructure nous comprenons le mode d'agglomération des sols et des agrégats en éléments structuraux visibles à l'œil nu.

travaillé dès le début de son humidification (voir tableau VII, rapport 100 lip/Pms). Par contre en 1956 le rapport 100 lip/Pms oscille autour de 141, c'est-à-dire que la quantité d'eau correspondant à la limite inférieure de plasticité dépasse largement le volume des pores des mottes sèches. Pour que le sol passe à l'état plastique et soit apte à être divisé en mottes par le travail, il est nécessaire qu'il subisse d'abord le foisonnement, ce qui doit demander un certain temps avant que le sol ne soit « mûr ». Or la pénétration de l'eau dans les mottes sèches et compactes ne peut se réaliser que suivant les microfentes et d'ailleurs très lentement, ce qui crée des difficultés pour le travail de telles terres. Ces considérations expliquent d'ailleurs la présence fréquente des mottes dures même dans les sols humides.

Une autre conséquence de cette évolution de la porosité est l'augmentation des valeurs des rapports 100 Ls p/Pt et 100 LF/Pt, résultant de ladiminution de la porosité des sols, les variations des chiffres absolus des limites étant très faibles. Cette augmentation des rapports qui serait considérée dans d'autres terres à structure motteuse meuble comme le signe de l'amélioration de la stabilité structurale, doit l'être comme un indice défavorable. Car il traduit ici la possibilité de la persistance des formes structurales acquises au cours de l'évolution particulaire de ces formations et de l'impossibilité de les changer sans rechercher les moyens adéquats.

En effet, la quantité d'eau nécessaire pour provoquer le déplacement libre et spontané des particules terreuses (limite de fluidité) dépasse largement la porosité totale des sols (voir tableau VII, rapports des limites Lsp et LF). De plus les valeurs de la limite supérieure de plasticité (qui correspond au début de cet état de liberté des particules terreuses) se trouvent aux voisinages des valeurs de la porosité totale des sols. Il en résulte donc que la quantité totale d'eau que le sol peut retenir dans tous les pores, fins et grossiers, ne sera pas suffisante pour provoquer les déplacements des particules terreuses et faciliter la formation des mottes individualisées agglomérées, même si les conditions favorables à leur formation sont réalisées.

Cette évolution néfaste de la structure n'est pas entravée par la richesse de ces sols en *matière organique,* dont le taux paraît augmenter, après avoir baissé entre 1951 et 1952, d'une année à l'autre. Ainsi le taux de carbone est passé de 5,2 % en 1952 à 6,1 % en 1955. Parallèlement aux variations du taux de carbone la teneur en azote, dans ces terres riches dès le début, augmentait régulièrement entre 1952 et 1956, comme l'attestent les chiffres suivants : 6,8 ‰ en 1952, 6,9 ‰ en 1953, 7,7 ‰ en 1954, 8,0 ‰ en 1955 (mars 1956) en moyenne (voir tableau VIII).

Les changements survenus dans l'état structural de ces sols ne paraissent pas être dus aux causes chimiques et en particulier à la nature du *complexe absorbant.* En effet, l'analyse des échantillons du prélèvement du mois de mars 1956 nous montre que le complexe absorbant, dont la capacité d'échange des bases varie autour de 41 me (pour 100 gr de terre), est saturé surtout de calcium, 85 % de la capa-

TABLEAU VIII

COMPLEXE ABSORBANT						
N° des terres	Capacité d'échange (méq. %	Acidité d'échange	Cations échangeables			
			Ca^{++} %	Mg^{++} %	Na^{+} %	K^{+} %
C A	41	0.50	85	8	2	2
C F	40	0.05	85	9	2	2
V N	42	tr.	83	13	2	2
I	43	0.15	84	6	2	3
VIII	43	0	87	9	3	3
XVIII	48	0	86	9	1	2
Moyenne	41	0.30	85	8	2	2

cité d'échange des bases ; le taux de magnésium, dont le maximum ne dépasse pas 20 % de la capacité d'échange des bases, varie généralement autour de 8 % et celui de sodium autour de 2 %. La composition du complexe est donc favorable à la formation et au maintien d'une bonne structure agricole (voir tableau VIII).

L'analyse des *extraits aqueux* des mêmes prélèvements nous montre les faits suivants. Si le taux global des sels (extraits sec) parait être assez élevé, 2,5 % en poids ou 67 méq pour 1.000 g, ceci est dû au taux élevé des carbonates solubles qui représentent 78 % des sels totaux dont 56 % de bicarbonate de calcium. Ces chiffres nous montrent la mobilisation énergique du calcium aux dépens du caloaire du sol (tableau IX).

Malgré tous ces indices favorables à la formation d'une bonne structure motteuse agglomérée (richesse en éléments fins, en calcaire et matière organique, composition du complexe absorbant et des sels solubles), cette dernière évolue vers le type motteux fragmentaire grossier et même fondu.

Le mode de traitement du sol influe sur la structure. Si on prend comme parcelles témoins les parcelles V N., les changements des caractères des sols s'accentuent dans l'ordre suivant : parcelles V.N., parcelles C.F., parcelles CAsR, parcelles CAaR. (1) (voir tableau VII et graphiques I-VI).

Ces changements des caractères des sols n'étaient pas uniformes dans toutes les parcelles. Ceci a été dû à la fois à une certaine hétérogénéïté des sols de la station, à la différence de l'évolution entre les parties situées près du canal principal d'asséchement et celles qui s'étendent vers les berges de la merja et aux modes de traitement appliqués à ces sols.

Nous avons déjà parlé au début du chapitre de l'hétérogénéïté de constitution du sol de la station. Indiquons en outre que dans la bande réservée à la végétation naturelle, la partie centrale correspond au bas fond qui traversait cette bande en biais et rejoignait le chenal situé au nord de la station. Ce bas-fond, couvert d'une croûte argileuse, restait dès les premières années sans végétation. Les analyse traduisent cet état du sol. Ainsi le diamètre des agrégats Gaf des sols de la partie centrale est resté pendant les années 1952 et 1953 toujours plus petit que celui des deux extrêmités (graphique III). Il en a été de même en ce qui concerne l'indice Gt (grosseur moyenne des fractions tamisées à sec) (graphique IV). A partir de 1953 la structure des sols de la partie centrale paraît par contre plus grossière que celle des parties

(1) VN, végétation naturelle.
CF, cultures fourragères.
CAsR, cultures annuelles sans retournement (quasi labeur).
CAaR, cultures annuelles avec retournement.

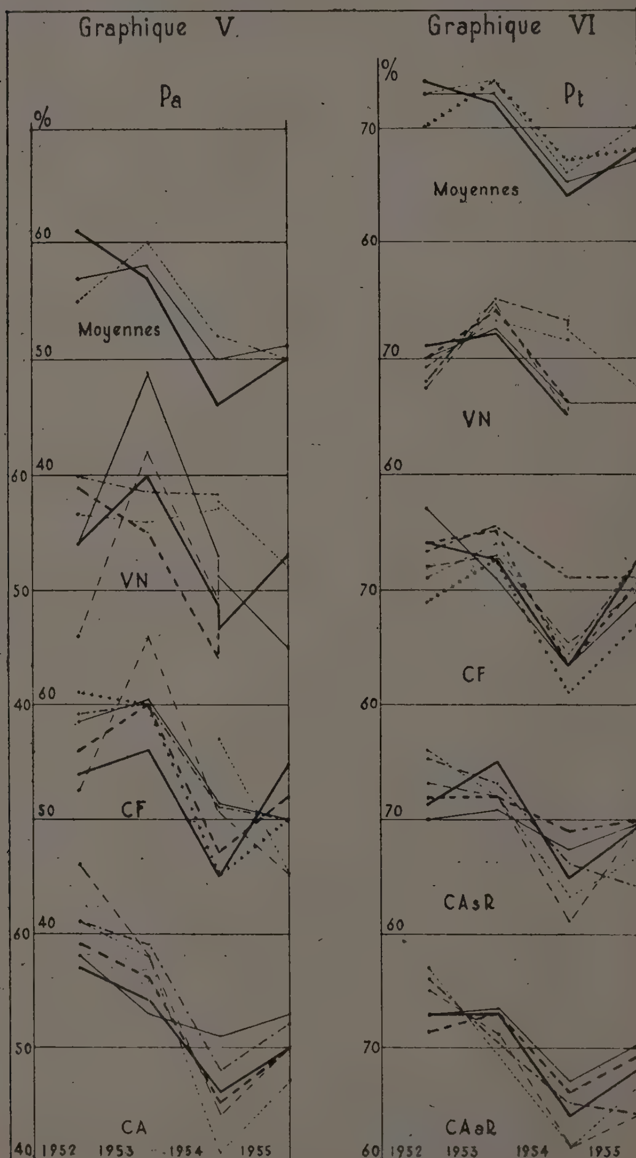

Graphique V.
Pa
%
60
Moyennes
50
40
VN
50
40
60
CF
50
40
60
CA
50
40
1952
1953
1954
1955
Graphique VI
%
Pt
70
Moyennes
60
70
VN
60
70
CF
60
70
CAsR
60
70
CAaR
60
1952
1953
1954
1955

TABLEAU IX

N° des terres	Extrait sec ‰		ANIONS ‰				ANIONS méq				CATIONS ‰				CATIONS méq				Anions + Cations
	d	c	Cl	CO^3	CO^3H	SO^4	Cl	CO^3	CO^3H	SO^4	Ca	Mg	Na	K	Ca	Mg	Na	K	
CA	2.6	27	0108	0063	1622	0179	30	55	26.9	3.8	0.415	0054	0.212	0.080	207	44	94	1.8	72.1
CF	24	24	0208	0018	1312	0187	5.9	06	21.5	39	0.352	0038	0194	0.105	17.6	3.1	8.5	2.7	63.8
VN	20	26	0.182	0	1464	0206	51	0	240	4.3	0.331	0.050	0228	0110	166	41	9.9	29	669
I	21	23	0060	0	1418	0195	17	0	232	4.1	0.322	0035	0.198	0.095	161	2.9	86	24	60.1
VIII	19	24	0155	0	1390	0.145	4.4	0	228	3.0	0355	0.030	0.150	0.130	17.8	2.5	6.5	33	602
XVIII	2.2	27	0275	0050	1390	0145	78	17	227	30	0.320	0,030	0350	0.080	160	25	152	20	70.9
Moyenne	2.5	26	0139	0042	1518	0182	3.9	14	253	3.8	0386	0.048	0208	0090	193	39	93	2.2	689

ouest et est. Les mêmes observations s'appliquent aussi à la matière organique. Les analyses montrent que pendant les deux premières années la teneur en carbone et en azote de la partie centrale de cette bande a été nettement plus basse que celle de ses extrêmités. C'est seulement à partir de 1953 que ces taux dans toutes les parcelles de cette bande s'uniformisent (tableau X).

Dans les bandes réservées aux cultures annuelles et aux cultures fourragères, les teneurs en carbone et en azote des parcelles situées près du canal (à l'est de la station) étaient toujours plus basses que celles situées à l'ouest, loin du canal. Cette répartition du carbone et de l'azote s'est maintenue toujours de la même façon au cours de quatre années d'observation (voir tableau X).

Le sol des parcelles V.N. subit peu le tassement général évoqué plus haut. Les valeurs de ce tassement sont assez homogènes pour chaque année (sauf 1956). La structure devient de plus en plus grossière d'une année à l'autre et les mottes deviennent de plus en plus volumineuses. Leur grosseur et leur nature (porosité) varient d'une parcelle à l'autre du même traitement. Il en est de même en ce qui concerne les valeurs du diamètre des agrégats Gaf. Celles-ci malgré une diminution générale restent relativement élevées.

Par contre le sol des parcelles CAaR se tasse davantage et les valeurs de la porosité sont plus hétérogènes. Elles varient beaucoup d'une parcelle à l'autre. Sous l'effet du labour la macrostructure reste moins grossière quoique plus compacte que celle des parcelles V.N. Les valeurs des deux caractères Gt et Pm sont assez homogènes. Il en est de même des valeurs de Gaf, quoique sa diminution est plus rapide avec ce traitement.

Les autres parcelles C.F. et CAsR se comportent d'une manière intermédiaire, les variations des caractères des sols des parcelles CF se rapprochant de celles des parcelles V.N. et la variation des caractères de sols des parcelles CA sR de celles des parcelles CAaR.

Il en résulte que si le travail du sol maintient la macrostructure agglomérée assez finement, il n'empêche pas l'amenuisement de la microstructure et rend les sols plus tassés.

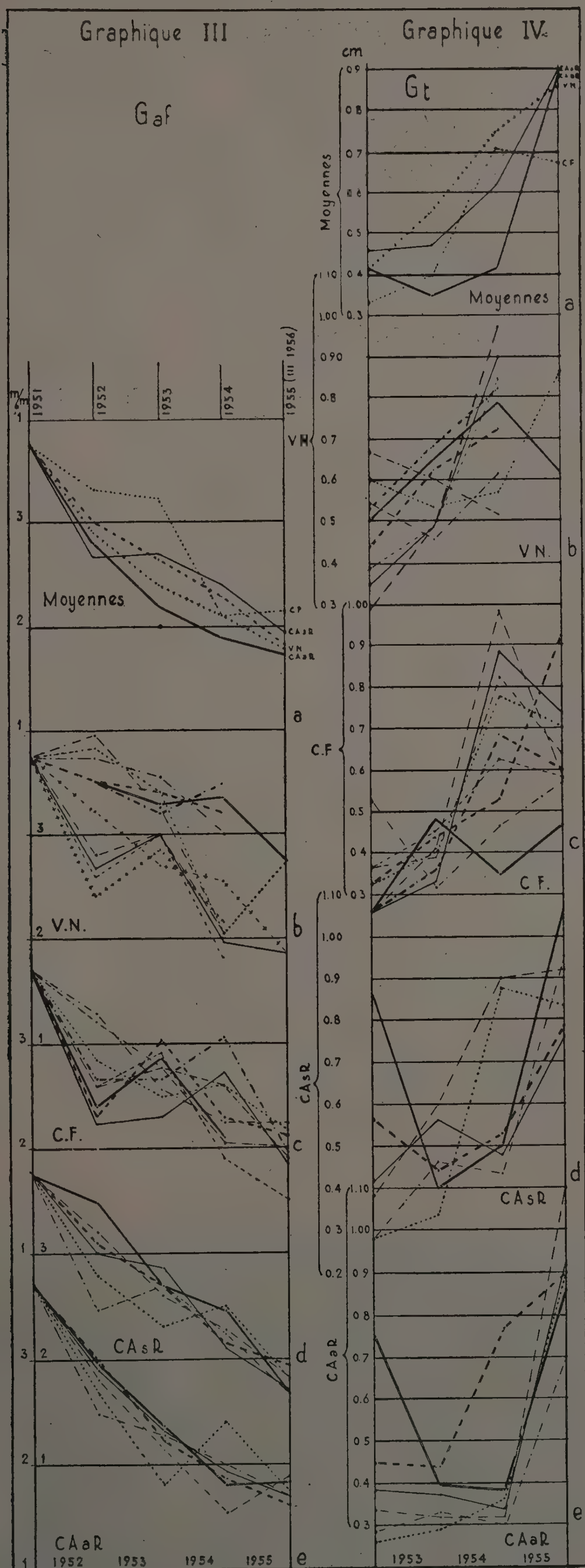

Graphique III
Gaf
1951
1952
1953
1954
1955 (III 1956)
m/m
Moyennes
V.N.
C.F.
CAsR
CAaR
a
b
c
d
e
1952
1953
1954
1955
Graphique IV
cm
Gt
Moyennes
VN
C.F
CAsR
CAaR
V N.
C F.
1953
1954
1955

TABLEAU X

		1952	1953	1954	1955	Moyenne
CARBONE ‰						
Partie Ouest	CA	5.39	5.73	5.58	6.13	5.70
	CF	5.62	6.85	5.80	6.88	6.29
	VN	4.10	5.03	6.00	5.79	5.18
	Moy.	5.12	5.95	5.77	6.35	5.79
Partie Est	CA	5.02	5.54	5.42	4.92	5.23
	CF	4.81	5.99	5.32	6.12	5.56
	VN	5.91	5.50	5.19	5.96	5.62
	Moy.	5.17	5.74	5.31	5.60	5.48
AZOTE ‰						
Partie Ouest	CA	6.92	8.27	8.25	8.15	7.90
	CF	7.53	7.23	8.12	8.73	7.90
	V.N	6.64	6.48	8.26	7.95	7.25
	Moy.	7.07	7.41	8.21	8.34	7.74
Partie Est	CA	6.73	5.94	6.92	7.23	6.71
	CF	6.72	6.45	6.96	7.30	6.98
	VN	7.14	6.96	7.46	8.00	7.34
	Moy.	6.84	6.45	7.09	7.67	7.00

3me partie

Evolution de l'humidité et de la salure des terres de la Station nord des merjas au cours des années 1951-1955

Dès la mise en culture des parcelles expérimentales, nous avons commencé à suivre l'évolution de l'humidité et de la salure du sol après l'asséchement des merjas, en faisant des prélèvements périodiques d'échantillons de terre dans les différentes parcelles. A cause de l'éloignement de Rabat de nos parcelles expérimentales, on a décidé de procéder à trois prélèvements par an :

— en automne, avant la saison des pluies et après la sécheresse d'été, au printemps, après les grosses pluies d'hiver et en été, avant les grandes chaleurs.

Voici les dates de prélèvements, suivant l'année :

1951	1952	1953	1954	1955
—	11 mars	31 mars	13 avril	5 mai
—	5 juin	8 juillet	20 juillet	16 août
5 octobre	17 septembre	2 septembre	22 octobre	

En 1951, avant la mise en place des cultures nous n'avons fait que 5 prélèvements (prélèvements de reconnaissance). En 1952 ce nombre a été porté à 9 (3 dans chaque type de culture : cultures annuelles, cultures fourragères, végétation naturelle).

A partir de 1953 les prélèvements ont été faits dans chaque parcelle cultivée ; dans le bloc « cultures fourragères » le nombre des parcelles variait suivant les années, par suite de la disparition et du changement des espèces qui n'ont pas réussi à s'implanter dans les terres des merjas.

Les prélevements (une dizaine par point) allaient généralement jusqu'à 1,5 - 1,8 m de profondeur. Chaque prélèvement qui correspondait en moyenne à une couche de 10-15 cm d'épaisseur, a été analysé au laboratoire. Les analyses comportaient les déterminations de l'humidité, ainsi que les dosages des cations (Ca, Mg, Na et K) et des anions (Cl, SO4, CO3 et CO3H). Dans certains cas la somme des cations était supérieure à celle des anions. Les recherches ont montré que cette différence entre les taux des cations et des anions a été due aux taux élevés des nitrates, qui apparaissaient parfois sporadiquement en grandes quantités dans ces terres au cours de l'année. Faute de temps nous n'avons pas pu les déterminer. Ils ne rentrent pas dans les calculs.

A notre grand regret il a été impossible de donner ici tous les résultats analytiques qui se chiffrent par centaines. Pour pouvoir dégager quand même le sens général de l'évolution de l'humidité et de la salure, nous avons calculé alors pour chaque profil d'abord et pour chaque groupe de traitement ensuite, la teneur moyenne en eau et en sels, suivant les horizons génétiques qui allaient de 0 à 15 cm (horizon I), de 15 à 30 cm (horizon II), de 30 à 90 cm (horizon III) et au-dessous de 90 cm, dans certains cas (pour l'humidité par exemple), ainsi que la teneur moyenne en ces éléments des trois premiers horizons.

TABLEAU XI

Variations moyennes de l'humidité des sols (% ts.) au cours des années 1952-1955.

Cultures	Moyennes	1952			1953			1954			1955		Moyennes Annuelles				Mt
		P	E	A	P	E	A	P	E	A	P	E					
		Ma	J	S	Ma	Ju	S	Av	Ju	O	M	At	1952	1953	1954	1955	
M	I	49	49	33	46	32	22	47	27	39	41	39	43	34	38	42	38
	II	59	59	42	49	38	36	52	28	39	47	39	54	41	40	45	43
	III	75	73	54	65	48	46	61	37	45	71	45	68	53	48	58	55
	m	68	65	48	58	44	41	57	34	43	62	43	61	48	45	53	50
C.A	I	57	45	33	45	33	22	49	32	42	42	48	45	33	41	45	40
	II	59	51	44	50	37	37	52	33	43	46	48	51	41	43	47	45
	III	76	71	62	65	51	51	62	45	52	71	51	70	56	53	61	53
	m	70	63	54	58	46	44	58	41	49	62	50	62	49	49	56	53
C.F	I	44	49	32	47	27	24	44	23	35	39	31	42	33	34	35	36
	II	61	63	39	48	37	37	52	25	35	46	31	57	41	37	34	42
	III	74	76	48	65	44	46	62	33	37	70	36	66	52	44	53	52
	m	67	66	44	59	40	41	57	30	36	61	34	59	47	41	48	47
V.N	I	47	53	33	47	39	20	50	27	-	47	33	47	35	35	40	37
	II	58	62	43	47	41	32	54	23	-	50	33	54	40	33	42	40
	III	74	71	51	65	47	37	58	32	-	73	47	65	50	41	60	54
	m	66	67	46	59	45	33	56	30	-	64	42	56	46	39	53	49

Observations. *Point de flétrissement correspond à 15%*
Humidité équivalente à 0-15 : 58%
15-30 : 59%
30-90 : 63%

La première impression que donne la lecture des chiffres d'analyses c'est leur extrême disparité. Il semble à première vue qu'il ne soit pas possible d'obtenir des indications quelconques, ni sur les caractères de la salure, ni sur sa dynamique. Cette disparité semble tenir à l'extrême mobilité des sels, laquelle provoque des hétérogénéïtes aussi bien dans le sens vertical (suivant la profondeur) que dans le sens horizontal ; on peut observer ainsi des différences dans la répartition des sels d'un point à l'autre de la même parcelle. Toutefois, l'analyse attentive des chiffres permet de dégager des renseignements sur le comportement des sels et de l'humidité. Les moyennes annuelles peuvent être d'un grand secours pour dégager le sens de la dynamique des sels et de l'humidité, chaque cas perdant toute signification particulière.

C'est dans ce sens que nous allons interpréter les résultats analytiques obtenus dans nos parcelles des merjas pendant quatre années d'observations.

Dynamique de l'humidité des sols

Avant de commencer l'exposé sur le comportement de l'humidité dans les sols de la Station Nord (merja Daoura) il nous a paru opportun de rappeler ici quelques unes de leurs caractéristiques hydriques, en l'occurence l'hygroscopicité maximum (H.M.) le point de flétrissement (P.F.) et l'humidité équivalente (H.E.). En moyenne, leurs valeurs numériques oscillent autour des chiffres suivants, calculés d'après les données analytiques des profils B-218 - B-221, prélevés en automne 1953 :

	H.M.	P.F.	H.E.
0-15	10 %	15 %	58 %
15-30	10 %	15 %	59 %
30-90	10 %	15 %	63 %
90-130	13 %	19 %	66 %

Les variations de l'humidité des sols sont représentées dans le tableau XI où nous reproduisons les moyennes (par saison et par type de culture)) de l'humidité du sol observées au cours des années 1952-1955, ainsi que dans le tableau XII où nous donnons celles des quatre années (1952-1955), groupées par saison et par type de culture. Un certain nombre des faits se dégage de la lecture de ces tableaux.

Au printemps l'humidité des sols reste voisine (sauf dans l'horizon supérieur) de l'humidité équivalente qui correspondrait dans ces terres à leur capacité de rétention pour l'eau sur place et même la dépasserait en profondeur. Au cours de la saison sèche et chaude (été et automne) elle diminue sensiblement, sans descendre toutefois jusqu'au taux correspondant au point de flétrissement, sauf dans la couche tout à fait superficielle (nous ne faisons pas figurer les chiffres détaillés ici, faute de place). *Les terres de notre station des merjas sont donc restées toujours bien humides au printemps et assez humides même pendant la période sèche et chaude* (été et automne). Le dessèchement du sol qui se produit au début de la saison chaude (fin printemps), affecte

TABLEAU XII

Variations moyennes de l'humidité des sols par saison.

Prof	Pr. hydr.		Humidité du sol			
				Par culture		
	PF	ME	Moyenne	CA	CF	VN
PRINTEMPS						
0-15	15	58	46	48	44	48
15-30	15	59	52	52	52	52
30-90	15	63	68	69	68	68
90-130	19	66	76	-	-	-
0-90	15	61	61	62	61	61
ETE						
0-15	15	58	37	40	33	38
15-30	15	59	40	42	39	40
30-90	15	63	50	55	47	49
90-130	19	66	53	-	-	-
0-90	15	61	44	50	43	44
AUTOMNE						
0-15	15	58	30	32	30	27
15-30	15	59	39	41	37	38
30-90	15	63	48	55	44	44
90-130	19	66	53	-	-	-
0-90	15	61	49	49	48	40

TABLEAU XIII

Humidité des sols de la saison sèche et répartition des pluies au cours de l'an.

Prof.	Humidité					Pluviométrie				
	Moy.	CA	CF	VN	Stations	XI-II	III	IV	V	VI
1951/1952										
0-15	41	39	41	43	Boukraoua	326	41	53	39	0
15-30	51	48	51	53						
30-90	64	67	62	61	Moghrane	370	50	81	27	0
0-90	57	59	55	52						
1952/1953										
0-15	27	28	26	30	Boukraoua	539	43	10	0	13
15-30	37	37	37	37						
30-90	48	51	45	42	Moghrane	386	20	21	21	0
0-90	43	45	41	39						
1953/1954										
0-15	33	37	29	27	Boukraoua	230	96	?	?	0
15-30	33	38	30	23						
30-90	42	48	35	32	Moghrane	270	105	?	0	0
0-90	40	45	33	30						
1954/1955										
0-15	42	48	31	33	Boukraoua	545	133	2	22	0
15-30	42	48	31	33						
30-90	45	51	36	47	Moghrane	559	152	?	?	0
0-90	44	50	34	42						

Observation. Faute d'avoir un poste bien équipé à proximité de notre station nous avons pris deux postes, l'un à Boukraoua situé sur la même parallèle que la partie Nord de la merja ed Daoura et l'autre à El Moghrane qui se trouve sur la même parallèle que l'extrémité sud des merja.

surtout les horizons supérieurs (0-30), tandis que les horizons profonds conservent bien leur humidité toute l'année.

Le type de culture influe sur le régime hydrique. Si au printemps l'humidité du sol reste pratiquement la même dans toutes les parcelles, sa diminution au cours de la saison sèche est, par contre, plus importante dans les parcelles réservées aux cultures vivaces fourragères et à la végétation naturelle, que dans les parcelles réservées aux cultures annuelles (voir colonnes « cultures » du tableau XII). Il s'agit aussi bien de son taux global que de sa répartition dans le profil. Cette différence du comportement de l'humidité du sol entre les différentes parcelles peut s'expliquer aisément par le fait que les cultures annuelles disparaissent au début de l'été, tandis que la végétation naturelle persiste plus longtemps et que les cultures fourragères durent tout l'été. Les plantes adventices qui envahissent généralement les parcelles des cultures annuelles après l'enlèvement de la récolte et qui durent jusqu'en automne n'arrivent pas elles aussi à dessécher profondément ces terres. Il résulte de ces observations que *les terres des parcelles expérimentales étaient bien pourvues en eau tout l'été pendant les campagnes agricoles 1951-1955, ce qui a permis en particulier le développement normal des plantes fourragères qui ordinairement réclament des irrigations afin de pouvoir subsister au Maroc, en été,* (voir la page et la note de M. Foury).

En ce qui concerne l'influence de la répartition annuelle des précipitations sur les variations de l'état hydrique de ces sols, c'est surtout les pluies de printemps qui paraissent déterminer les caractères de la dynamique de l'humidité pendant l'été (voir tableau XIII). Ainsi, en 1952, année à printemps pluvieux, l'humidité des sols s'est maintenue au cours de l'été à un taux relativement élevé (humidité moyenne des sols en été = 57 % cette année). Par contre au cours des trois autres années, à printemps relativement sec, les sols se sont desséchés davantage. Ainsi l'humidité moyenne des sols oscillait autour de 43 % en 1953, malgré l'hiver bien pluvieux (539 mm à Boukraoua, 386 mm à Moghrane, pendant les mois d'hiver, novembre-fevrier), autour de 40 % en 1954, au lieu de 44 % en 1955. Ce sont plutôt les inondations du mois de février 1955 qui ont contribué au maintien de l'humidité des sols à un taux relativement élevé pendant l'été de cette dernière année (comme l'attestent les prélèvements du mois d'août 1955) que les pluies hivernales massives (678 mm à Boukraoua, 711 mm à Moghrane), arrêtées cette année au mois de mars.

Nous devons noter ici un fait curieux et inexpliquable à première vue — augmentation générale de l'humidité du sol en octobre 1953, malgré un début d'automne sec. Ces prélèvements ont été effectués très tardivement cette année, 1 1/2 mois de retard sur les années précédentes, mars et avant les pluies d'automne. Pour expliquer ces faits on peut évoquer ici deux hypothèses : précipitation « occulte » et remontée capillaire.

L'humidification des horizons supérieurs peut provenir des précipitations « occultes » résultant de la condensation des vapeurs d'eau

dans le sol, dans une région soumise fréquemment aux brouillards, comme c'est le cas des merjas côtières.

Elle peut se faire aussi aux dépens de l'humidité des horizons profonds, par remontée capillaire de l'eau.

Ce processus (de la remontée capillaire) peut avoir lilu aussi bien en été qu'en automne, mais son effet à cette époque de l'année, du moins en ce qui concerne l'humidité des sols, serait masqué par la dessication énergique des horizons supérieurs au cours de la saison chaude. Par contre, en automne, quand la température et l'évaporation diminuent, la réhumidification du sol par voie capillaire peut se manifester d'une manière apparente sans être anihilée par l'évaporation. Cette possibilité de la remontée d'eau par voie capillaire paraît se conformer au comportement des sels comme nous le verrons plus loin.

Dynamique de la salure

L'étude de la dynamique de la salure confirme les conclusions émises dans la première partie de cette note, à savoir que depuis l'installation des parcelles d'essai de la Station d'Ed Daoura, la salure du sol s'est abaissée d'une manière sensible, comme l'on peut voir d'après les tableaux XIV et XV. Dans ces tableaux nous avons représenté les valeurs moyennes de la salure et de ses constituants suivant les époques de prélèvement, ainsi que leurs taux respectifs et leur concentration dans l'eau du sol. Ces chiffres donnent des indications sur les caractères de la salure.

Les variations de la *salure totale* (voir tableau XIV a) sont caractérisées par l'abaissement brusque au cours de l'hiver 1951-1952 du taux global des sels, lequel est passé de 170 méq au mois de novembre 1951 à 115 méq au mois de mars 1952 (1). Au cours des années suivantes la salure a continué à diminuer toutefois moins rapidement et par paliers qu'au début de la mise en exploitation des sols de la Station. On a l'impression qu'elle tend à se maintenir à un certain niveau. En effet, la salure moyenne annuelle se répartit, suivant les années, de la manière suivante : 118 méq en 1952, 117 méq en 1953, 98 méq en 1954 et 88 méq en 1955. Cette allure des variations de la salure ainsi que de ses constituants est bien visible dans le graphique VII.

(1) Nous exprimons dans cette note la salure totale en milli-équivalents grammes pour 1000 grammes de terre sèche pour les raisons suivantes ; cette valeur représente la somme des sels dosés effectivement au cours de l'analyse. Elle varie donc proportionnellement à leur teneur dans les extraits aqueux. Le poids du residu sec déterminé par pesée est moins constant. Il dépend de la quantité d'eau de cristallisation des sels (donc de leur nature) et de la présence souvent inévitable dans ces sols fortement argileux de particules solides fines, mises en suspension au cours de l'opération. Depuis le début de 1955 nous mesurons la résistivité des extraits aqueux pour doser les sels totaux.

TABLEAU XIV

Variations de la salure du sol et de ses caractères au cours des années 1951-1955

		Horizons	Moyennes Saisonnières 1951 N	1952 Ms	1952 J	1952 S	1953 Ms	1953 Ju	1953 S	1954 Av	1954 Ju	1954 O	1955 M	1955 At	Moyennes Annuelles 1952	1953	1954	1955
a	Salure totale en meq p 1000	I	207	77	93	102	61	78	82	78	72	69	61	66	90	72	75	64
		II	139	77	96	104	85*	84	101	75	80	69	63	66	92	90	77	65
		III	170	135	119	139	135	121	150	100	115	101	94	108	131	135	109	99
		m	171	115	112	128	117	106	131	92	102	90	84	94	118	117	98	88
b	Anions % de leur taux global — Cl	I	1.68	0.23	0.33	0.49	0.19	0.15	0.22	0.20	0.26	0.27	0.25	0.38	0.35	0.19	0.24	0.35
		II	0.71	0.33	0.43	0.52	0.40	0.33	0.37	0.18	0.29	0.30	0.30	0.38	0.43	0.37	0.26	0.40
		III	1.18	0.91	1.10	1.17	0.87	0.88	1.10	0.46	0.72	0.67	0.76	0.72	1.17	0.95	0.63	0.74
		m	1.21	0.73	0.85	0.95	0.68	0.70	0.85	0.35	0.57	0.55	0.62	0.61	0.84	0.74	0.50	0.62
c	SO^4	I	1.30	0.56	0.53	0.55	0.30	0.38	0.50	0.52	0.26	0.41	0.33	0.16	0.54	0.38	0.38	0.25
		II	1.17	0.53	0.53	0.61	0.46	0.43	0.85	0.49	0.35	0.42	0.30	0.16	0.56	0.58	0.41	0.23
		III	1.01	0.83	0.85	0.92	0.90	0.83	1.19	0.78	0.71	0.77	0.56	0.48	0.87	0.99	0.73	0.53
		m	1.08	0.74	0.72	0.82	0.72	0.68	1.03	0.69	0.57	0.65	0.48	0.40	0.74	0.82	0.65	0.45
d	CO^3H	I	2	1.3	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.3	1.5	1.08	0.95	1.08	1.5	1.5	1.4	1.01
		II	2	1.1	1.5	1.5	1.8	1.3	1.3	1.4	1.4	1.08	0.9	1.08	1.4	1.5	1.3	0.98
		III	1.7	1	1.3	1.3	1.5	1.09	1.01	1.3	1.3	0.95	0.8	1.05	1.2	1.2	1.22	0.94
		m	1.83	1.01	1.33	1.37	1.52	1.19	1.13	1.29	1.37	0.99	0.87	1.06	1.31	1.24	1.25	0.96
e	Teneur en g/k (‰) — Cl	I	37	24	19	22	14	17	14	14	21	21	25	23	21	15	19	24
		II	26	24	25	26	17	21	20	13	21	22	32	23	25	19	19	28
		III	39	44	43	44	36	37	37	22	32	33	44	33	43	37	30	39
		m	37	35	36	37	30	32	31	20	28	32	39	30	36	31	27	35
f	SO^4	I	25	29	24	25	16	21	25	27	15	23	20	12	25	20	21	17
		II	28	28	23	24	18	24	37	26	18	23	18	12	25	26	22	15
		III	25	28	25	26	26	29	37	31	26	29	23	24	26	31	29	23
		m	25	27	24	25	22	25	35	29	23	27	21	19	25	27	26	20
g	CO^3H	I	38	49	50	53	70	60	59	59	66	55	51	61	51	64	58	56
		II	47	50	53	50	66	53	42	60	60	53	47	61	51	55	58	54
		III	37	30	34	30	38	32	25	46	46	35	32	43	29	32	41	37
		m	39	36	41	37	48	41	33	50	48	40	38	47	37	41	46	42
h	Concentration g/l — Cl	I	-	0.5	0.7	1.5	0.4	0.5	1.1	0.5	1.0	0.7	0.6	0.7	0.9	0.7	0.7	0.7
		II	-	0.5	0.8	1.1	0.6	0.8	1.0	0.4	1.2	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7
		III	-	1.3	1.4	2.1	1.3	1.9	2.3	0.7	1.8	1.5	1.0	1.3	1.6	1.8	1.3	1.2
		m	-	1.10	1.2	1.8	1.0	1.5	1.9	0.6	1.5	1.3	0.9	1.1	1.2	1.5	1.2	1.0
i	SO^4	I	-	1.1	1.3	1.7	0.7	1.1	2.5	1.1	1.2	1.0	0.8	0.5	1.4	1.4	1.2	0.6
		II	-	0.9	0.9	1.5	1.1	1.2	2.6	0.9	1.6	1.0	0.6	0.5	1.1	1.6	1.3	0.5
		III	-	1.1	1.1	1.7	1.4	1.9	2.9	1.3	2.0	1.7	0.7	1.1	1.3	2.0	1.7	0.9
		m	-	1.1	1.5	1.7	1.2	1.6	2.8	1.2	1.7	1.4	0.7	1.0	1.3	1.8	1.5	0.8
j	CO^3H	I	-	2.7	3.9	5.8	3.5	5.4	6.6	2.8	5.6	2.9	2.2	2.8	5.6	5.1	3.9	2.5
		II	-	2.1	2.7	3.8	3.8	3.6	3.6	2.3	5.7	2.7	1.8	2.8	2.9	3.7	3.8	2.3
		III	-	1.5	1.8	2.5	2.3	2.2	2.4	2.2	3.9	2.1	1.3	2.5	2.0	2.3	2.8	1.9
		m	-	1.8	2.3	3.3	2.7	3.0	3.5	2.4	4.3	2.5	1.5	2.6	2.5	3.1	3.1	2.0
k	(Ca + Mg) / Na	I	1.01	0.7	0.9	1.4	1.8	1.0	2.0	2.0	1.1	1.3	1.5	1.2	1.0	1.6	1.5	1.4
		II	0.8	0.6	0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	1.3	1.0	1.2	0.9	1.2	0.7	0.7	1.1	1.1
		III	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.7	0.5	0.5	0.6	0.6
		m	0.8	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.9	0.7	0.7	0.6	0.8	0.6	0.6	0.7	0.7

La salure subit des changements au cours de l'année.

Assez basse au printemps, elle augmente pendant l'été pour atteindre son maximum en automne (exception faite de l'année 1954 au cours de laquelle les sols étaient moins salés au mois d'octobre qu'au mois de juillet) (tableau XV, colonne 2). La cause de cet enrichissement du sol (de 0 à 90 cm) en sels au cours de l'été serait la remontée capillaire continuelle pendant cette période de l'année, de l'eau du sol sous l'effet de l'évaporation à partir des horizons profonds fortement humides et salés, processus déjà évoqué dans les pages précédentes.

La salure s'abaisse de nouveau au cours de l'hiver (lavage hivernal). On peut noter ici qu'en 1952 et 1953 les sels continuaient à être lavés vers la profondeur, même au printemps, de sorte que les prélèvements d'été montrent les sols moins salés qu'au printemps.

Malgré cette augmentation périodique estivale de la salure, celle-ci s'abaisse d'une année à l'autre quoiqu'en paliers entre 1951 et 1955, ce qui souligne encore une fois le dessalage progressif des sols de la Station (voir tableau XIV a). En effet, d'une manière générale en automne les taux globaux des sels sont toujours plus élevés que ceux du printemps de la même année, et plus bas que ceux du printemps précédent. Voici les taux moyens globaux de la salure observés en automne : 170 méq en novembre 1951, 128 méq. en septembre 1952, 131 méq en septembre 1953, 90 méq en octobre 1954 et 84 méq en août 1955.

En ce qui concerne la répartition des sels dans les profils les prélèvements du mois de novembre 1951 montrent leur accumulation dans le premier horizon (0-15) avec un abaissement net dans le deuxième (15-30) ; le taux redevient de nouveau élevé en profondeur (30-90). A partir de 1952 leur répartition a subi des modifications profondes : les horizons supérieurs (0-30) deviennent moins salés que les horizons profonds (30-90), eux-mêmes moins salés qu'en 1951, ce qui atteste un lavage énergique des horizons supérieurs et un abaissement notable du taux des sels en profondeur. Cette répartition des sels s'est maintenue sans grand changement au cours des années suivantes.

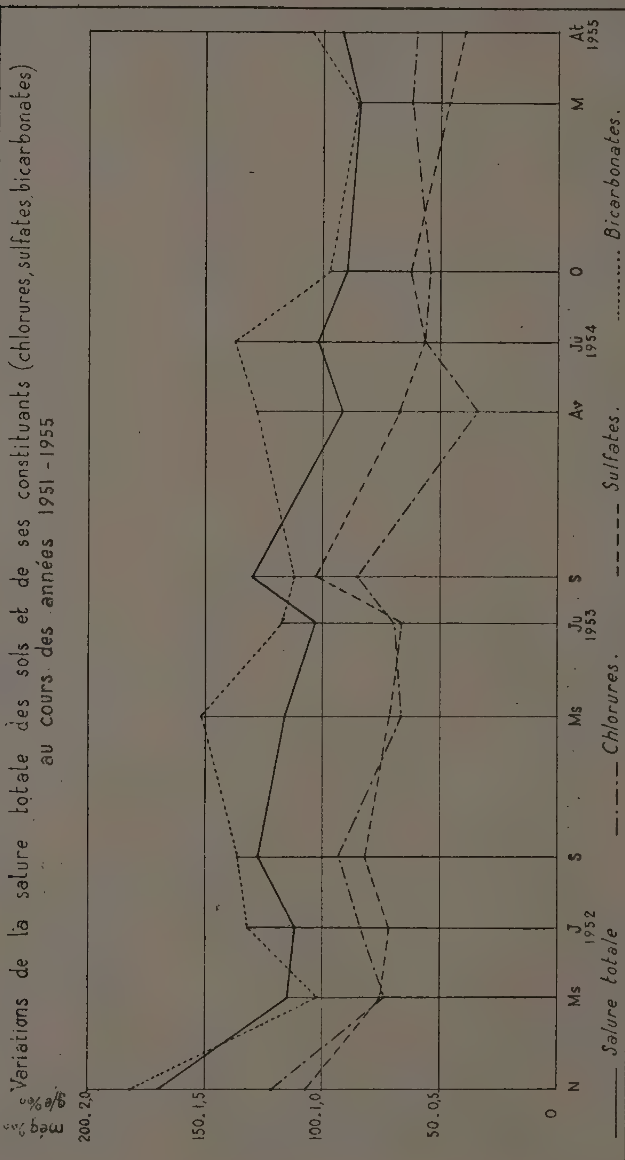
Dans les pages précédentes nous avons parlé des caractères des variations de la salure totale des sols au cours des années 1951-1955. Or, les caractères des variations ainsi que ceux de leur répartition dans les profils n'étaient pas les mêmes pour tous les constituants de la salure pendant ce même laps de temps, aussi bien pour les cations que pour les anions.

D'une manière générale les variations des taux des chlorures et des sulfates suivent à peu près celles de la salure totale : (voir tableau XIV b et c, graphique VII). On constate ainsi la diminution progressive d'une année à l'autre du taux de ces éléments dans les trois premiers horizons (0-90), son augmentation du printemps à l'automne, suivie du lavage hivernal (voir tableau XIV b et c, XIV, colonne 3 et 4). La différence entre le comportement des chlorures et des sulfates consiste dans le fait que le taux des chlorures augmente régulièrement au cours

TABLEAU XV

Variations moyennes (1951-1955) saisonnières de la salure totale et de ses constituants

Horizons	Salure totale méq ‰	Taux globaux ‰ en g.			% de la somme totale des anions			Concentration en g/l			$\frac{Ca+Mg}{Na}$
		Cl	SO4	CO3H	Cl	SO4	CO3H	Cl	SO4	CO3H	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PRINTEMPS											
I	68	0.20	0.36	1.30	18	22	58	0.5	0.9	2.8	1.63
II	74	0.32	0.42	1.29	21	22	56	0.5	0.9	2.6	0.94
III	113	0.74	0.73	1.15	37	25	37	1.1	1.1	1.8	0.49
m	100	0.58	0.63	1.19	31	24	44	0.9	1.0	2.1	0.72
ÉTÉ											
I	76	0.27	0.31	1.40	20	17	61	0.6	1.1	4.5	1.08
II	80	0.34	0.35	1.33	22	19	57	0.9	1.1	3.9	0.91
III	114	0.82	0.72	1.20	35	26	37	1.6	1.6	2.8	0.55
m	103	0.66	0.59	1.24	31	23	45	1.3	1.5	3.2	0.69
AUTOMNE											
I	83	0.31	0.47	1.37	19	24	56	1.1	1.7	5.0	1.59
II	90	0.39	0.61	1.27	23	25	49	1.0	1.7	3.4	0.92
III	130	0.97	0.94	1.06	38	31	30	2.0	2.1	2.4	0.51
m	116	0.77	0.79	1.15	33	29	37	1.5	2.0	3.1	0.70
ANNÉE											
I	76	0.28	0.38	1.37	19	20	59	0.7	1.2	4.0	1.43
II	81	0.36	0.45	1.28	22	22	56	0.8	1.2	3.2	0.93
III	118	0.88	0.79	1.14	37	28	35	1.5	1.6	2.3	0.53
m	105	0.68	0.67	1.20	31	25	42	1.2	1.4	2.7	0.70


GRAPHIQUE VII
Variations de la salure totale des sols et de ses constituants (chlorures, sulfates, bicarbonates)
au cours des années 1951 - 1955
méq %
g/e %
200. 2,0
150. 1,5
100. 1,0
50. 0,5
0
N
Ms
J
1952
S
Ms
Ju
1953
S
Av
Ju
1954
O
M
At
1955
Salure totale
Chlorures.
Sulfates.
Bicarbonates.

de la saison sèche tandis que celui des sulfates continue à diminuer en été, pour augmenter ensuite seulement en automne, parfois assez brusquement, comme en 1953. Les variations du taux des bicarbonates (tableaux XIV c et XV b) étaient moins importantes que celles des chlorures et des sulfates. Pendant les trois premières années ce taux moyen annuel s'est maintenu à un certain niveau et on constate sa diminution à partir de l'automne 1954 seulement. Ces variations au cours de l'année ne paraissent pas subir une règle quelconque. Ainsi ces variations apparamment désordonnées ont provoqué les abaissements irréguliers du taux de la salure totale en été 1953 et au mois d'octobre 1954. Il est à noter que parfois l'analyse révèle l'apparition sporadique dans certaines parcelles des carbonates.

La répartition des chlorures et les sulfates (voir les mêmes tableaux) dans les profils a été analogue à celle de la salure totale : accumulation des chlorures et des sulfates en profondeur (à partir de 30 cm) avec la diminution de leur taux dans les horizons supérieurs. Là aussi il existe une différence notable entre les comportements de ces deux éléments : le profil salin des sulfates est moins différencié que celui des chlorures : il y a moins de différence dans les taux des sulfates entre le haut et le bas des profils que dans le cas des chlorures. Les bicarbonates se concentrent par contre dans les horizons supérieurs (0-30), leur taux tombe ensuite dans les horizons profonds (30-90), quoique leur répartition dans le profil soit moins régulière que celle des autres sels.

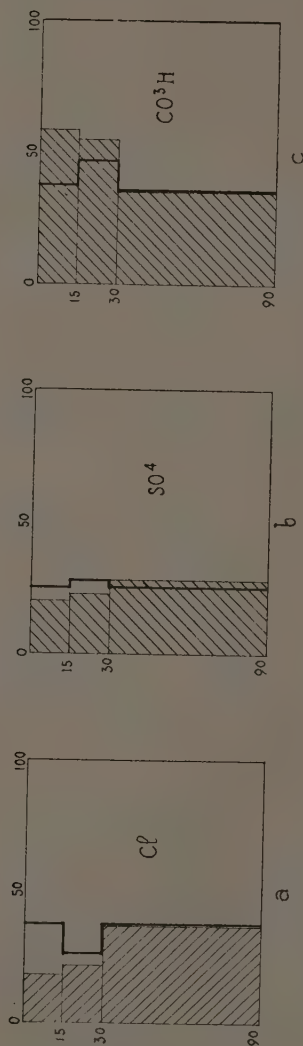
En ce qui concerne la composition de la salure (voir tableaux XIV e, f, g et XIV, colonnes 6, 7, 8) la majeure partie est due aux bicarbonates qui constituent plus de 40 % d'anions, viennent après les chlorures (30 %) et ensuite les sulfates (25 %). La lecture de ces tableaux nous montre que les proportions relatives des anions ont peu varié au cours des années 1952-1955. (voir les moyennes annuelles du tableau XIV) : les chiffres se rapportant aux différentes années oscillent autour de leurs moyennes générales, ce qui indique une certaine constance de la composition chimique de la salure. Ceci nous permet d'utiliser ces chiffres pour faire des comparaisons, soit entre chaque profil, soit avec les données de 1951.

D'une manière générale les bicarbonates prédominent dans les deux premiers horizons (0-30), où ils constituent plus de 50 % d'anions, tandis que les chlorures et les sulfates, eux, prédominent en profondeur (30-90) où ils forment plus de 55 % de sels. Cette différenciation du profil salin semble débuter à partir de 1952, quand le sol a commencé à subir le lessivage. En effet, les prélèvements du mois de novembre 1951 montrent que la répartition des différents sels suivant la profondeur a été assez uniforme, malgré leur accumulation dans le premier horizon. Par contre, à partir de 1952 nous assistons à la redistribution des sels dans la masse du sol, avec l'entraînement des chlorures et des sulfates en profondeur et l'enrichissement en bicarbonates dans les horizons supérieurs.

L'étude de la composition de la salure dans les différents horizons confirme les observations faites plus haut sur la répartition des sels

GRAPHIQUE VIII

Profils salins des chlorures, sulfates et bicarbonates (en % d'anions)



Moyennes totales —— Novembre 1951

dans les profils, malgré les variations des taux absolus de chaque constituant.

Ainsi le profil salin des chlorures est bien différencié, ils constituent 19 % seulement d'anions dans le premier horizon, 22 dans le deuxième, et 37 % en moyenne dans le troisième (voir graphique VIII a). Par rapport aux données du mois de novembre 1951 le taux des chlorures s'est bien abaissé dans les horizons supérieurs (0-30) sans augmenter en profondeur (30-90).

Le profil des bicarbonates est aussi un profil bien différencié, avec le maximum de production de cet élément (nous verrons comment dans les pages suivantes) dans les horizons supérieurs, où ils constituent 59 % des anions dans le premier horizon et 56 % dans le deuxième. Les taux relatifs des bicarbonates dans ces horizons ont augmenté par rapport aux données de 1951, tandis qu'ils restent sans grands changements en profondeur (30-90) où ils ne constituent que 37 % d'anions (voir graphique VIII c).

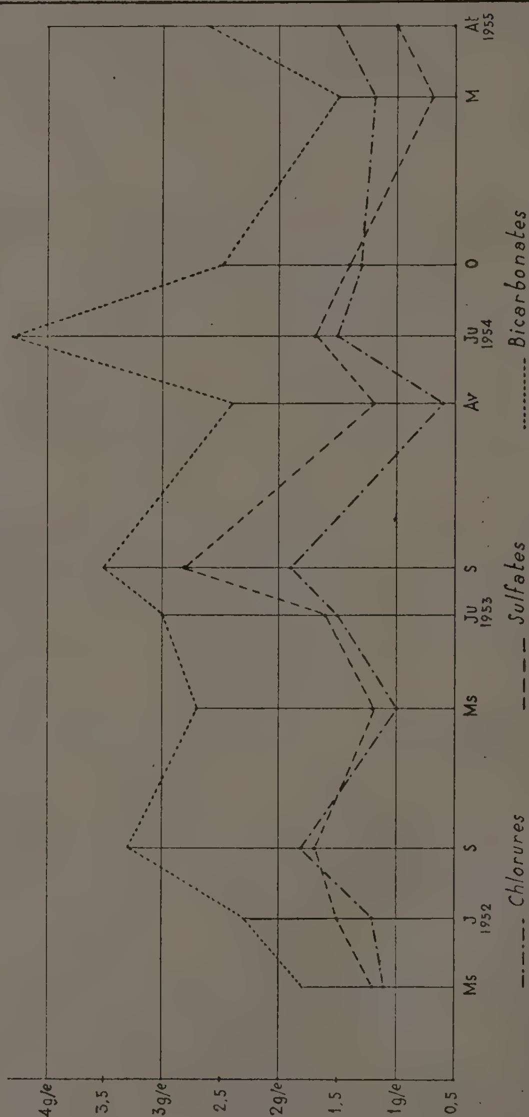
Le profil des sulfates est par contre un profil peu différencié qui diffère peu du profil salin du mois de novembre 1951. Les sulfates constituent 20 % d'anions dans le premier horizon, 22 % dans le deuxième et 28 % dans le troisième (voir graphique VIII b).

Malgré les teneurs relativement élevées en sels en profondeur ces derniers ne paraissent pas constituer un obstacle à la croissance des plantes, comme l'atteste la réussite des cultures et la persistance d'une végétation naturelle abondante de nos parcelles (voir aussi la page). Ceci semble être dû, au moins en partie, à l'humidité des sols qui se maintient à un taux relativement élevé pendant toute l'année, de sorte que leur concentration dans l'eau du sol reste relativement basse (voir tableaux XIV h, i, j et XV, colonnes 9, 10, 11 et le graphique IX).

Ainsi pour les chlorures la concentration (calculée d'après le taux d'humidité prise au moment de prélèvement) dépasse 2,0 ‰ (3,3 ‰, exprimée en NaCl) ; généralement sa valeur reste inférieure à ce chiffre (voir tableau XIV 4 et XV, colonne 9). Au printemps la concentration est faible (teneur peu élevée en cet élément, humidité élevée), elle augmente ensuite au cours de l'été, à cause du taux plus élevé des chlorures à cette époque et à l'humidité des sols plus basse. Malgré le desséchement de la couche supérieure en été, la concentration en chlorures dans l'eau du sol y est moins élevée qu'en profondeur. Ceci est dû au faible salage des couches supérieures (0-30) de ces sols, par rapport à la profondeur (30-90).

Si la concentration en sulfates (voir tableaux XIV c et XV, colonne 10) dans l'eau du sol, augmente progressivement au cours de l'année, du printemps à l'automne, sa répartition dans le profil est moins régulière que celle des chlorures. Aussi d'une manière générale elle est plus élevée en profondeur qu'en surface ou la teneur en sulfate est variable : elle est tantôt plus élevée dans le premier horizon, tantôt dans le deuxième.

La concentration des bicarbonates dans l'eau du sol (voir tableau IVX j et XV, colonne II) est plus élevée dans les horizons supérieurs



GRAPHIQUE IX

Variations de la concentration des chlorures, des sulfates et des bicarbonates dans l'eau du sol au cours des années 1951-1955

qu'en profondeur. Parfois elle y atteint 6.1 ‰, tandis que la concentration moyenne en cet élément oscille autour de 2.7 %. Sauf l'année 1953, son taux augmente du printemps à l'automne. Ses variations moyennes d'une année à l'autre paraissent être moins importantes que celles des autres anions.

Parmi les bases c'est le sodium qui prédomine ; en effet le rapport (Ca + Mg) / Na reste en moyenne inférieur à 1 dans la couche de 0 à 20 cm, sans grands changements d'ailleurs au cours des années 1951-1955, ni d'une saison à l'autre (voir tableaux XIV-XV, colonne 12). Mais en détails on constate que la répartition des bases dans le profil n'est pas uniforme : les extraits aqueux des horizons supérieurs (0-30) où le rapport Ca + Mg / Na dépasse 1, sont plus riches en bases alcalino-terreuses (cacium et magnésium), que les horizons profonds (30-90) où le rapport devient inférieur à 1 (prédominance de sodium).

Parmi les bases alcalino-terreuses c'est le calcium qui semble jouer le plus grand rôle, le pourcentage du magnésium par rapport à la somme des cations, étant généralement inférieur à 10-15 % à l'exception de l'année 1953 où son taux a augmenté brusquement pour s'abaisser ensuite de nouveau.

Le type de culture semble influencer le régime des sels dans le sol (voir tableau XVI). D'une manière générale la salure des sols des parcelles réservées aux cultures annuelles est légèrement supérieure à celle des autres parcelles, cultures fourragères et végétation naturelle. Cette différence semble se maintenir au cours de l'année. L'augmentation de la salure des parcelles CA, par rapport aux autres parcelles (CF et VN) est due à leur teneur plus élevée en chlorure, les taux des autres constituants étant sensiblement les mêmes dans toutes les parcelles de la Station, sauf en automne. A cette époque les taux des sulfates paraissent être moins élevés dans les parcelles CF que dans les parcelles CA et VN.

En ce qui concerne les bases, le taux relatif des cations alcalino-terreux (calcium et magnésium) est moins élevé dans les parcelles CA que dans les parcelles CF et VN. Cette différence entre les parcelles parait se maintenir d'une manière constante et d'une année à l'autre.

Le comportementdes différents sels nécessite quelques commentaires.

Si les chlorures se conduisent du point de vue physique et chimique d'une manière « normale » les sulfates et les bicarbonates présentent quelques particularités signalées dans le texte (voir pages 124-127-129).

En ce qui concerne les sulfates leur comportement peut être lié aux phénomènes microbiologiques de l'oxydation ou de la réduction qui ont lieu certainement dans ces sols riches en sulfures au moment de l'exondation des merjas comme nous l'avons indiqué dans notre « Note sur les merjas côtières du Rharb ». L'oxydation des sulfures en sulfates peut expliquer aussi la richesse de ces sols en sulfates, cas extrêmement rare dans le Maroc occidental. Cette question mérite d'être étudier en détails.

TABLEAU XVI

Variations de la salure et de ses caractères suivant le type de culture.

Saisons	Moyennes	Teneur en sels ‰ — Sels totaux CA	Sels totaux CF	Sels totaux VN	Cl CA	Cl CF	Cl VN	SO^4 CA	SO^4 CF	SO^4 VN	CO^3H CA	CO^3H CF	CO^3H VN	$\frac{Ca+Mg}{Na}$ CA	$\frac{Ca+Mg}{Na}$ CF	$\frac{Ca+Mg}{Na}$ VN
Printemps	I	71	69	72	0.21	0.20	0.19	0.39	0.39	0.29	1.34	1.24	1.38	1.17	2.14	1.45
	II	15	76	68	0.29	0.41	0.22	0.38	0.39	0.53	1.29	1.28	1.31	0.78	1.05	1.04
	III	117	112	108	0.78	0.74	0.66	0.76	0.71	0.72	1.17	1.14	1.15	0.52	0.48	0.52
	m	103	98	97	0.59	0.61	0.52	0.64	0.60	0.66	1.22	1.15	1.21	0.69	0.76	0.75
Été	I	75	77	74	0.38	0.21	0.20	0.30	0.31	0.32	1.37	1.41	1.43	0.97	1.26	1.11
	II	84	80	73	0.47	0.28	0.25	0.38	0.34	0.33	1.33	1.34	1.32	0.85	0.94	0.98
	III	120	112	107	1.00	0.71	0.72	0.79	0.67	0.67	1.23	1.21	1.14	0.54	0.58	0.53
	m	108	102	96	0.82	0.56	0.57	0.61	0.57	0.56	1.26	1.27	1.17	0.67	0.72	0.67
Automne	I	87	71	91	0.35	0.25	0.31	0.59	0.35	0.45	1.43	1.20	1.57	1.08	2.08	2.20
	II	91	79	107	0.41	0.33	0.44	0.74	0.50	0.54	1.27	1.19	1.43	0.71	1.19	1.00
	III	135	110	139	1.05	0.89	0.93	1.12	0.81	0.76	1.03	1.00	1.24	0.49	0.59	0.63
	m	121	97	128	0.83	0.72	0.74	0.94	0.68	0.96	1.14	1.07	1.33	0.62	0.79	0.81
Année	I	80	72	76	0.32	0.22	0.28	0.41	0.34	0.40	1.42	1.30	1.44	1.05	1.85	1.46
	II	85	78	78	0.38	0.27	0.36	0.48	0.38	0.51	1.29	1.29	1.33	0.78	1.05	1.00
	III	127	112	114	0.93	0.74	0.88	0.86	0.71	0.77	1.16	1.13	1.16	0.51	0.55	0.54
	m	114	99	102	0.74	0.61	0.59	0.70	0.60	0.68	1.21	1.19	1.24	0.66	0.76	0.72

La dynamique des bicarbonates peut s'expliquer par sa production dans la masse du sol, grâce à la présence de CO2, résultats de l'activité biologique, contrairement aux chlorures et sulfates qui paraissent exister, au moins partiellement pour les sulfates, sous forme de sels dans les dépôts des merjas avant leur mise en sec. La production de CO2 dans ces terres paraît être énergique à cause de l'activité des micro-organismes qui doit être très élevée ; la preuve en est la production des nitrates, les valeurs élevées des teneurs en carbone et en azote, dont les taux ont augmenté au cours des quatre années d'observation. Cette production de CO2 a comme résultat l'enrichissement constant en bicarbonates de l'horizon supérieur, malgré le lessivage général des sels, révélé par le comportement des autres constituants chlorures et sulfates, dans les profils. La production des bicarbonates semble faciliter la solubilisation énergique du calcaire du sol, et en particulier celui de débris de coquilles riches en CO3 Ca, lequel passe dans la solution du sol sous forme de bicarbonates. C'est pour ces raisons que les solutions des sols des horizons supérieurs sont riches en bases alcalino-terreuses et en paticulier en calcium, contrairement aux solutions des horizons profonds qui sont plus pauvres en ces éléments et riches en sodium.

CONCLUSIONS

Dans les pages précédentes nous avons exposé l'évolution des sols de la Station nord (d'Ed Daoura) des merjas pendant les années 1951-1955. Cette étude nous fait ressortir les particularités de leur évolution ainsi que de leur comportement. Les constatations faites au cours de cette étude confirment en grande partie les conclusions émises en 1950 au sujet de l'avenir de ces sols. Nous avons écrit à cette époque : « leur transformation » (des sols des merjas) sera traduite.

a) par la diminution du degré de l'hydratation du sol.

b) par la disparition progressive de la matière organique totale brute, en partie par la minéralisation et en partie par l'humidification. La partie humidifiée enrichira probablement les horizons inférieurs.

c) par l'augmentation de la densité apparente, en partie à cause de la disparition de la matière organique et en partie à cause de la dessication et du retrait, ce qui provoquera le tassement du sol. Dans les conditions naturelles ce processus conduira probablement à la structure grossière et compacte des tirs gris.

d) Ces processus seront accompagnés par le dessalage progressif du sol et par l'oxydation des composés réduits et des sulfures. La vitesse de ces deux processus sera conditionnée par la perméabilité des sols.

L'étude menée au cours de ces années à la Station nous montre que l'évolution des sols des merjas se traduit à la fois par leur tassement progressif à cause de la diminution de la porosité, surtout de la porosité grossière de la masse du sol, et de l'augmentation de leur compacité par l'accroissement de la porosité fine aux dépens de la porosité grossière. Ces changements de la porosité affectent surtout les horizons profonds, ceux de la surface étant relativement faibles.

La diminution de la porosité totale (tassement du sol) et l'acroissement de la compacité semblent être en relation avec l'aménuisement de la microstructure du sol : en effet le diamètre moyen des agrégats très élevé au début de l'expérimentation avait diminué continuellement entre 1951 et 1955. Toutefois ces variations de la microstructure sont plus importantes à la surface qu'en profondeur.

Ces deux phénomènes, l'aménuisement de la microstructure et les modifications de la porosité (tassement du sol et de l'augmentation de la compacité) ont provoqué, semble-t-il, le « grossissement » de la microstructure qui se traduit par l'accroissement du diamètre des mottes lesquelles deviennent en même temps moins poreuses et plus compactes. Parallèlement leur aptitude au foisonnement au cours de l'humidification et au retrait au cours de la dessication, faible au début est devenue plus importante. Ce grossissement de la structure se fait sentir au cours de la préparation du sol pour les semis. Les mottes dures et compactes s'humidifient assez lentement et possèdent une grande stabilite structurale vis à vis de l'eau (se désagrègent lentement après leur humidification).

Le changement de l'état structural ne semble pas affecter l'humidité équivalente laquelle dans ces terres est sensiblement égale à leur capacité de rétention pour l'eau au champ. Par contre l'hygroscopicité maximum liée aux caractères des colloïdes a nettement baissé en relation probablement avec la deshydratation, au moins partielle, de ces derniers.

Ces changements de l'état structural paraissent traduire le début de la transformation des sols des merjas en tirs gris.

Les sols semblent être, malgré leur compacité, bien aérés. Les phénomènes à anaérobie ne se manifestent pas, au moins à la surface et les sols paraissent être le siège d'une vie microbiologique intense, si l'on juge d'après l'augmentation du taux d'azote et l'apparition sporadique des nitrates dans la masse du sol.

Le taux de matière organique totale, contrairement à l'hypothèse émise en 1950, a augmenté. Seulement nous ne savons pas encore sous quelles formes elle se trouve dans ces sols : grossière peu décomposée ou humidifiée. Les méthodes employées au laboratoire ne nous permettent pas de les différencier.

Les sols ont subi un lessivage partiel, au moins de leurs horizons supérieurs, tandis qu'en profondeur, à partir de 30 cm la salure, malgré sa diminution partielle se maintient à un taux assez élevé (sols subsalins). La vitesse du dessalage paraît être atténuée les dernières années (jusqu'à 1955) après avoir été rapide au cours de l'hiver 1951-1952. Les extraits aqueux des horizons supérieurs sont riches en ions calcium ce qui explique la bonne composition du complexe absorbant.

Malgré la richesse relative de ces terres en sels, ces dernier ne paraissent pas constituer un obstacle à la croissance des plantes cultivées. Ceci semble être dû à l'humidité du sol qui reste à un taux relativement élevé, même en été, chose très rare au Maroc. De ce fait la concentration des sels dans l'eau du sol est toujours relativement basse.

Le type des cultures, cultures annuelles, cultures fourragères vivaces ou végétation naturelle, influe beaucoup sur l'évolution des sols de la Station.

Ainsi la transformation de l'horizon supérieur (couche arable) de ces sols a été retardée dans les parcelles des cultures fourragères et de la végétation naturelle par rapport aux parcelles des cultures annuelles (surtout les parcelles labourées). Le lavage des sels y est toutefois plus important. Le labour contribue au maintien de la microstructure relativement fine.

Ces observations nous permettent d'émettre quelques considérations sur la vocation de ces sols et sur l'avenir de l'économie de cette région.

Nous pensons qu'il est souhaitable d'orienter l'économie de cette région vers la production de la masse verte des fourrages si indispensable au Maroc au cours de l'été. C'est dans cette région seulement que nous avons rencontré des sols qui gardèrent jusqu'à présent l'humidité toute l'année. Les cultures d'hiver et de printemps ne paraissent pas en utiliser toute l'eau ce qui permet à la végétation naturelle luxuriante de s'installer au début de l'été dans ces parcelles aussitôt après l'enlèvement de la récolte. L'eau du sol n'est donc pas totalement utilisée pour la « fabrication » des substances riches et utiles et en particulier des fourrages à haute valeur nutritive. La richesse du sol en azote nécessaire à la production de la masse verte semble indiquer aussi l'opportunité de réserver ces sols aux cultures fourragères. La réussite des cultures qui demandent ordinairement au Maroc d'être irrigués au cours de l'été, telles que luzerne, napier, kikuyu, nous confirme dans cette opinion, d'autant plus que sous ces cultures l'évolution défavorable des sols est retardée par rapport à celle sous les cultures annuelles.

Dans ces cultures le travail du sol, surtout le labour profond avec retournement, paraît accélérer l'évolution de ces sols vers le tirs gris. Même si les récoltes de ces années paraissent satisfaisantes, l'évolution défavorable de ces sols en abaissera certainement le rendement dans les années à venir, soit à cause de la détérioration des conditions du milieu, actuellement favorable à la croissance de ces plantes (influence directe), soit à cause de l'accroissement des difficultés de labourer et de préparer convenablement ces sols, comme cela a lieu actuellement dans les tirs gris. Il est à noter que le labour est déjà plus difficile à effectuer dans les terres des parcelles des cultures annuelles qu'auparavant, d'après l'avis du chef de pratique agricole M. Piezepiorka, chargé des travaux dans la Station.

Il serait donc peu rationnel d'affecter ces terres aux cultures annuelles avec le risque de les voir se détériorer rapidement (du point de vue agricole) et d'entreprendre ensuite des travaux pour leur amélioration dont nous ne connaissons encore ni les principes ni les méthodes.

Il serait donc plus judicieux, du point de vue pédologique, de réserver ces terres aux cultures vivaces fourragères qui freinent, par rapport aux cultures annuelles, une évolution défavorable de ces terres et de

LEGENDE

	Parcelles	PAR PARCELLE
C.A.	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
C.F.	8	
	9	
	11	
	12	
	13	
	15	
	16	
	17	
	18	
VN	19	
	20	
	21	

MOYENNES

Graphique V: CA, CF, VN

Graphiques III. IV VI: CAaR, CAsR, CF, VN

CAaR : *Cultures annuelles avec retournement*

CAsR : *Cultures annuelles sans retournement*

CF : *Cultures fourragères*

VN : *Végétation naturelle*

commencer dès maintenant les études au laboratoire et sur place en vue de rechercher les mesures à prendre pour arrêter cette évolution naturelle et la modifier, l'orienter dans le sens favorable.

Dans ce but nous avons inclus dans notre programme, à partir de 1956-57, l'étude d'un assolement basé sur la rotation cultures annuelles - cultures fourragères vivaces avec travail du sol à différentes profondeurs et remplacement de la végétation naturelle assez pauvre par des prairies artificielles. Ces essais seront complétés au laboratoire par des études expérimentales en vue de trouver les modalités du changement de l'état structural, dont nous avons exposé dans les pages précédentes l'évolution défavorable à l'agriculture.

Nous nous proposons aussi de continuer l'étude sur la dynamique des sels et de l'humidité des sols, car nos observations nous révèlent que la salure a tendance à se maintenir à un niveau assez élevé, malgré le lessivage rapide des sels au début de l'expérimentation.

G. BRYSSINE

Rabat - Janvier 1957

VII. - CONCLUSIONS GÉNÉRALES

par

Georges GRILLOT

Membre Correspondant de l'Académie d'Agriculture de France
Chef du Service de la Recherche Agronomique
Directeur du Centre de Recherches Agronomiques de Rabat

Georges GRILLOT

VII. - Conclusions générales

Il ressort de tous les travaux qui précèdent que :

1°) *La végétation naturelle* qui s'est spontanément, mais lentement, installée s'avère d'un intérêt fourrager très médiocre. Encore est-elle moins mauvaise que celle qui a pu s'installer et se maintenir sur l'ensemble de la merja soumise à un pâturage abusif.

D'autre part, l'évolution du sol, caractérisée par une certaine détérioration de la microstructure est, sous cette végétation, relativement lente, ce qui peut laisser espérer que, si cette végétation s'améliore, l'évolution du sol s'améliorera également et qu'entre temps les pédologues auront discerné les moyens d'orienter convenablement cette évolution.

En outre, le dessalage de la terre est plus accusé sous la végétation naturelle que dans la bande de terrain consacrée aux cultures.

2°) *Sous les espèces fourragères,* l'évolution du sol semble un peu plus rapide que sous la végétation naturelle, sauf pour certaines espèces telles que Napier, Herbe de Para et Kikuyu, sous lesquelles, tout au moins pour Napier et Herbe de Para, il semble se produire une certaine amélioration du sol. D'autre part, la détérioration, quand elle se produit, est nettement moins accusée que dans les cultures.

Il semble qu'en moyenne le dessalage du sol soit comparable au dessalage obtenu sous végétation naturelle, quoique peut-être un peu moins accusé.

3°) *Dans les sols cultivés,* la détérioration de la structure est plus rapide et plus accusée, surtout dans les parties labourées avec retournement. Par contre, les rendements agricoles sont généralement meilleurs sur ces parcelles labourées avec retournement, par suite peut-être d'une destruction plus efficace des plantes adventices (*Chenopodium rubrum* et *Rumex paluster*).

La salure reste nettement plus élevée dans les terres cultivées que dans les bandes livrées aux végétations naturelles ou fourragères, ce qui semble dû à l'humidité plus grande des sols cultivés (sauf en surface), humidité qui favoriserait la remontée des sels.

x x x

Si l'on met en balance ces diverses considérations, il semble que l'abandon du sol à la végétation naturelle puisse être condamné, les inconvénients d'ordre économique de cette solution n'étant nullement équilibrés par ses faibles avantages pédologiques.

Une réserve est cependant à faire pour les zones périphériques où une végétation d'Agrostis, de Panicum, de Trèfles, a pu s'installer et pourrait être éventuellement utilisée comme fourrage, si toutefois des excès de pacage n'en compromettent pas le maintien.

D'autre part, la mise en culture, susceptible de fournir des récoltes plus ou moins intéressantes, n'est pas sans inconvénients pour l'évolution du sol et peut par conséquent susciter pour l'avenir des inquiétudes que l'exemple de la Merja Merktane justifie.

Par contre, l'installation par l'homme d'espèces fourragères adéquates s'avère avantageuse tout en fournissant une intéressante production de fourrage, grâce à l'humidité persistante du sol, même en été.

Certes, ces conclusions n'apportent pas encore tous les enseignements souhaités. Il importe donc de continuer les études et l'expérimentation en tenant compte des connaissances déjà acquises. Nous voudrions en particulier, et dans la mesure des possibilités, faire étudier sur place les effets de diverses techniques culturales et, au laboratoire, l'action des divers systèmes radiculaires sur la structure des sols.